

GV
341
.D47
1994
G-THESIS

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
FACULTÉ D'ÉDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE
DÉPARTEMENT DE KINANTHROPOLOGIE

Relations entre l'âge biologique, la morphologie et la participation
à l'activité physique chez des adolescents âgés
de 13 et 14 ans

Jean-François Desbiens

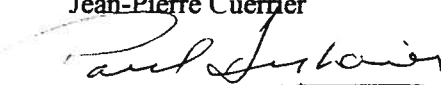
TX-57

Mémoire de maîtrise

Directeur de recherche:

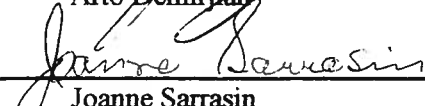

Jean-Pierre Cuerrier

Membres du comité:


Paul Deshaies


Arto Demirjian

Doyenne de la Faculté:


Joanne Sarrasin

BIBLIOTHÈQUE
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Septembre 1994

Remerciements

Je désire remercier mon directeur de recherche, le professeur Jean-Pierre Cuerrier, pour son aide et sa disponibilité à l'élaboration de cette étude ainsi qu'à la correction de ce rapport de recherche. Mes remerciements vont aussi au professeur Paul Deshaies qui a aiguillé ma réflexion sur certains aspects dont, le traitement statistique des données de cette évaluation, de même qu'au Dr. Arto Demirjian qui a gracieusement accepté d'associer son expertise à mon projet.

Je remercie également l'équipe-école de l'institution d'enseignement secondaire où j'ai pu conduire cette évaluation en ayant la chance de pouvoir compter sur une extraordinaire coopération de la part de tous. J'adresse, de la même façon, des remerciements à Kathleen Roy et à Annie Lagueux sans oublier l'équipe de techniciens du département de radiologie du Centre hospitalier universitaire de l'Université de Sherbrooke pour leur implication efficace et professionnelle lors des évaluations.

Finalement, je veux remercier mes parents et ma femme qui ont contribué, chacun à leur manière, à calmer mon tempérament bouillant et impatient tout en m'aidant à canaliser mes énergies vers la production de ce document final.

Résumé

La période de la vie se situant aux alentours de 13 et 14 ans, chez les garçons, se caractérise par sa grande variabilité sur le plan de la croissance et du développement biologique. Les manifestations ont plusieurs visages. Cependant, seuls les changements anthropométriques sont accessibles à l'éducateur physique sur le terrain. Celui-ci doit avoir une idée précise de l'état de la croissance et du développement des adolescents qu'il encadre s'il veut optimiser son mode d'intervention. La présente évaluation étudie les relations entre l'âge biologique, la morphologie et la participation à l'activité physique chez 55 garçons âgés de 13 et 14 ans. Elle propose de plus, un modèle prédictif conçu à partir de mesures anthropométriques simples visant à estimer l'âge biologique selon la méthode de Greulich & Pyle.

Les résultats obtenus montrent que l'étendue de l'âge osseux (Ao) est de 62 mois (10,33 à 15,5 ans) et que la relation entre l'âge chronologique (Ac) et Ao est non significative seulement pour les avancés biologiques ($\chi^2 = 0,213$). Les liens retrouvés entre le somatotype, l'échelle-O et la participation à l'activité physique (Nap) vont, dans quelques cas, à l'encontre des résultats présentés dans la littérature sauf pour la mésomorphie (Méso) des sujets physiquement actifs ($r = 0,718$). Les adolescents de cette étude ont un poids proportionnel (Pp) élevé ($\underline{M} = 61,40 \pm 8,38$), se situant au sixième stanine et un niveau d'adiposité proportionnel (Ap) également élevé ($\underline{M} = 90,87 \pm 45,48$), se situant au septième stanine. Les sujets sont, dans l'ensemble, modérément actifs si l'on se réfère aux critères de Stephens & Craig (1990) ($\underline{M} = 58,96 \pm 41,30 \text{ KJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{semaine}^{-1}$). Cette étude démontre également que l'approche anthropométrique explique une proportion significative de la variance de Ao

($r = 0,794$), statistiquement supérieure à ce que procure l'indice de McCloy ($r = 0,721$).

Dans le but d'obtenir une idée précise du rapport entre la dépense et l'apport énergétique des sujets, il est recommandé que d'autres travaux étudient les relations entre la morphologie et l'activité physique en incluant des analyses nutritionnelles. Il est également proposé d'améliorer la méthode anthropométrique d'estimation de A_0 en examinant la possibilité d'ajouter d'autres variables discriminantes, en vérifiant son applicabilité auprès des sujets féminins de même que chez des sujets plus âgés.

Table des matières

Remerciements	i
Résumé	ii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	vi
Liste des figures	vii
Liste des annexes	viii
 Chapitre I	
Introduction	1
Revue de littérature	3
Relations entre la puberté et la maturité biologique	3
Relations entre la maturité biologique, la composition corporelle et la morphologie	5
Relations entre l'activité physique, la composition corporelle et la morphologie	10
Relations entre la maturité biologique et la pratique de l'activité physique	13
Évaluation du niveau de maturité biologique	14
Évaluation de la composition corporelle et de la morphologie	17
Le concept de maturité chimique	17
La densitométrie	19
L'hydrométrie	21
La spectrométrie par rayon gamma	22
L'anthropométrie	23
L'échelle-O	24
Le somatotype	25
Évaluation du niveau de participation à l'activité physique	26
Synopsis	31
Énoncé du problème	34
Formulation des hypothèses	36
 Chapitre II	38
Méthodologie	38
Sujets	38
Matériel et procédures	40
Âge chronologique (Ac) et âge osseux (Ao)	40
Composition corporelle et morphologie	41

La composante d'endomorphie (Endo)	42
La composante de mésomorphie (Més)	42
La composante d'ectomorphie (Ecto)	43
L'échelle-O	43
Étude pilote	44
Participation à l'activité physique	45
Maturité biologique	46
Calcul de l'indice de McCloy	47
Traitement statistique des données	47
Chapitre III	50
Présentation des résultats	50
Sélection des sujets	50
Étude pilote	51
Présentation des données et de leur traitement statistique	51
Chapitre IV	62
Discussion des résultats	62
Conclusion du rapport de recherche	71
Références	73
Annexes 1 à 10	

Liste des tableaux

Tableau 1	
La composition corporelle à différents stades de la croissance et du développement	7
Tableau 2	
Statistiques descriptives des variables de l'étude	52
Tableau 3	
Relations entre les variables de l'étude	53
Tableau 4	
Relations entre certaines variables de l'étude en fonction du niveau de maturité biologique (Ao)	54
Tableau 5	
Relations entre certaines variables de l'étude en fonction du niveau de participation à l'activité physique (Nap)	56
Tableau 6	
Relations, moyennes et écarts-types pour l'adiposité proportionnelle (Ap) et le poids proportionnel (Pp) selon les différents niveaux d'analyse	58
Tableau 7	
Différences de moyennes pour la taille (T) et la masse corporelle (Mc) entre les avancés biologiques et les retardés biologiques	57
Tableau 8	
Sommaire de l'analyse de régression par étape entre les variables prédictrices et l'âge osseux (Ao)	60
Tableau 9	
Sommaire de la seconde analyse de régression par étape entre les variables prédictrices et l'âge osseux (Ao)	61

Liste des figures

Figure 1

Distribution de la fréquence des données de l'âge chronologique (Ac) 53

Figure 2

Distribution des résidus (Resi1) en fonction des scores normaux (nscores) de
l'analyse de régression multiple 61

Liste des annexes

Annexe 1

Répartition des scores de l'échelle-O sous forme de stanines

Annexe 2

Calcul de l'adiposité proportionnelle (Ap) et du poids proportionnel (Pp)

Annexe 3

Formulaire de consentement de l'étude principale (p.1)

Annexe 4

Formulaire utilisé dans la cueillette des données anthropométriques

Formulaire servant au calcul du somatotype

Nomogramme

Annexe 5

Formulaire de consentement pour l'étude pilote

Annexe 6

Questionnaire de participation à l'activité physique

Annexe 7

Le coût énergétique des activités de loisirs

Annexe 8

Indice de McCloy : calcul de l'indice de classification 1

Annexe 9

Calcul du nombre de sujets à inclure dans l'étude

Annexe 10

Fidélité des mesures de plis cutanés

CHAPITRE I

Introduction

La croissance et le développement de la personne humaine est un phénomène soumis à de multiples influences. Le chercheur qui choisit de s'impliquer dans ce secteur doit, presque nécessairement, développer l'habileté à penser de façon systémique, c'est-à-dire à rechercher et à comprendre les interactions entre plusieurs variables. Cependant, le piège qui se dessine dans l'observation d'un très grand nombre d'éléments demeure omniprésent et risque d'entraîner celui qui cherche dans l'impasse que constitue l'enchevêtrement des relations, parfois plus ou moins fortes et pertinentes, qui se tissent presque inévitablement entre toutes ces variables. Il faut donc contenir son enthousiasme et réduire son entreprise à une expression plus simple de la réalité que l'on sait complexe et soumise à plusieurs déterminismes.

L'auteur de ce mémoire de maîtrise en kinanthropologie veut à la fois, tenir compte de la réalité systémique qui caractérise l'être humain en mouvement, tout en essayant de circonscrire avec assez de précision le sujet de recherche. En conséquence, cet ouvrage se limite à l'étude des relations qui existent entre l'âge osseux, le somatotype, l'échelle-O (deux indices anthropométriques) et la participation à l'activité physique chez des adolescents de sexe masculin de 13 et 14 ans, de même qu'à la prédiction de l'âge osseux à l'aide d'éléments anthropométriques. La littérature consultée souligne l'importance de ces aspects qui nous renseignent sur l'état nutritionnel (équilibre énergétique), le statut de la croissance, le degré de développement atteint par chacun des sujets au moment de l'évaluation et sur leur capacité de travail. D'un point de vue pratique, ce projet peut répondre à certains besoins ressentis au sein des

différents milieux d'intervention, puisqu'il est connu que les professionnels de terrain éprouvent de la difficulté à estimer le niveau de maturité biologique de façon précise durant l'adolescence. Cela affecte la capacité de l'éducateur physique à adapter son approche pédagogique ou son plan d'entraînement en fonction des besoins et des capacités de chacun, tout en l'amenant à se questionner quant au degré d'homogénéité des aptitudes des jeunes sous sa supervision. D'un point de vue méthodologique, cette étude présente également un intérêt puisque la littérature récente rapporte des opinions très divergentes à propos de la validité des méthodes utilisées de façon courante dans l'évaluation de la composition corporelle chez les enfants et les adolescents. Il semble donc nécessaire de faire l'essai et la promotion d'outils valides, procurant aux professionnels de l'éducation physique de précieuses informations quant aux effets de leurs programmes d'entraînement, de dépistage du surpoids corporel, de sensibilisation à la santé et à la pratique régulière de l'activité physique. Ce dernier aspect se veut également fort important, car la littérature montre que le niveau de participation à l'activité physique diminue sensiblement à mesure que les sujets vieillissent. Cette étude représente une occasion d'apprécier localement cette réalité tout en vérifiant ses relations avec d'autres paramètres.

Revue de littérature

Relations entre la puberté et la maturité biologique

La gonadarche marque le début de la puberté et se manifeste par l'activation de l'axe hypothalamo-hypophysaire. Son déclenchement s'opère par l'entremise d'un mécanisme cérébral encore inconnu (Vander, Sherman & Luciano, 1989).

L'hypothalamus secrète alors l'hormone de libération de la gonadotrophine (GnRH) qui stimule la production, par l'hypophyse antérieure, de l'hormone lutéinisante (LH) et de l'hormone folliculo-stimulante (FSH). Ces hormones gonadotropes influencent intensément la production d'autres hormones par les gonades. Chez l'homme, cela résulte en une brusque augmentation de la production de la testostérone par les testicules (Preece, 1986; Vander et al., 1989). Des relations bien définies existent entre les changements hormonaux et structuraux survenant au niveau du système reproducteur et l'ensemble du processus de maturation. Preece (1986) ajoute que sans ceux-ci, la croissance et le développement normal seraient compromis.

Chez les garçons, la testostérone, l'hormone de croissance (hGH) et les somatomédines-C (SM-C) sont responsables de réguler la vitesse de la croissance (Preece, 1986; Riis, Krabbe, Christiansen, Catherwood & Deftos, 1985; Underwood, 1991). Chez les filles, les élévations du taux de testostérone sont moins marquées et les stimuli de la croissance pubertaire semblent moins bien compris. Les estrogènes stimuleraient la croissance pubertaire par une action anabolique directe ainsi qu'en augmentant la production des SM-C (Underwood, 1991). Au début de la puberté, l'effet principal de la testostérone consiste à favoriser la croissance du cartilage. Au cours de cette même période, une corrélation positive et significative est rapportée entre les

concentrations de cette hormone et la vitesse de croissance en taille (Preece, 1986). Plus tard durant la puberté, la testostérone est associée à la fusion des épiphyses et la relation entre la vitesse de croissance en taille et les concentrations de l'androgène devient négative. Les sécrétions de hGH et des SM-C augmentent elles aussi durant la puberté (Preece, 1986; Underwood, 1991), principalement en réponse à l'accroissement des concentrations sanguines en testostérone (Rogol, 1992). La hGH agit de façon préférentielle sur les préchondrocytes bordant proximale les épiphyses de l'os et stimule la différenciation des cellules progénitrices alors que les SM-C agissent sur les cellules de la zone proliférative distale et sont responsables de l'expansion clonale des cellules (Rogol, 1989). Rappelons que la plupart des effets de la hGH sur la croissance s'appliquent de façon indirecte via les SM-C.

Tous les individus ne mûrissent pas au même rythme. Cette variabilité observable désigne le tempo de croissance (Tanner, 1987). Peu de choses sont connues sur sa physiologie, mais il est généralement accepté que les interactions entre l'environnement et la dimension génétique influencent sa régulation. Avant la puberté, les variations du tempo sont peu importantes alors qu'elles deviennent significatives par la suite. À titre d'exemple, Auger (1992) rapporte des corrélations modérées ($r = 0,753$; $p \leq ,05$) entre l'âge biologique et l'âge chronologique de sujets des deux sexes âgés entre 6 et 9 ans. Ceci indique une concordance relative entre les deux mesures de la maturité. Au contraire, Bouchard, Leblanc & Hollmann (1974) notent qu'à 13 et 14 ans, un écart considérable peut être observé (jusqu'à 67 mois) entre l'âge osseux des sujets les plus avancés et ceux les plus en retard. Tanner (1987) illustre cette réalité en indiquant que les premiers sont, en moyenne, 5 pouces plus grands que les derniers tout en étant plus

pesants, plus développés sur le plan sexuel, et presque deux fois plus forts. Cet écart de développement s'amointrit à 17 et 18 ans (jusqu'à 27 mois) compte tenu de l'approche de la maturité complète par un bon nombre de jeunes.

Ces informations sont conformes à ce que d'autres auteurs (Bailey, 1943; Borms, 1966; Clarke & Wickens, 1962; Kurimoto, 1966; Moll, 1961 dans Bouchard et al., 1974) ont précédemment trouvé. Cela soulève, bien entendu, des questions quant au degré de relation pouvant exister entre l'âge chronologique et l'âge biologique à l'adolescence.

Relations entre la maturité biologique, la composition corporelle et la morphologie

La composition corporelle et la morphologie sont influencées par un ensemble complexe de facteurs génétiques et environnementaux. L'American College of Sports Medicine (1991) soutient cependant que le déterminant principal de la masse et de la composition corporelle est l'équilibre énergétique. Dans une section subséquente de ce chapitre, une analyse détaillée des méthodes d'évaluation de la composition corporelle est présentée.

La masse des éléments constitutants représente la référence commune lorsqu'il s'agit de décrire les changements de la composition corporelle durant la croissance. Elle est alors exprimée en fonction du pourcentage de la masse corporelle totale qu'ils représentent. Les différences sexuelles sont relativement mineures avant la survenue de la puberté quoiqu'il soit possible de noter que les garçons ont les épaules et le bassin plus larges (en valeurs absolues) que les filles (Marshall & Tanner, 1986) et que chez les premiers, l'augmentation proportionnelle de la largeur des épaules est plus grande

que chez les dernières tandis que le phénomène est inversé en ce qui concerne la largeur du bassin. Tous les auteurs ne s'entendent toutefois pas quant à l'importance et à la direction des modifications qui se produisent durant l'adolescence (tableau 1). Ces variations peuvent être attribuables à des facteurs méthodologiques. De la puberté à l'âge adulte, les garçons acquièrent une taille et une masse corporelle qui, en moyenne, seront supérieures à celles des filles. L'importance proportionnelle des organes et des fluides extracellulaires diminue chez les deux sexes au cours de cette même période. La proportion de la masse corporelle représentée par la masse musculaire décroît de 3,1 à 4,0% chez la femme, du début de l'adolescence à l'âge adulte. Les valeurs attribuées par les différents auteurs consultés varient passablement. Chez les hommes, les données sont contradictoires. Holliday (1986) rapporte une diminution de 2,0% (42% à 40,0%) tandis que Malina (1969) (dans Malina, 1986) montre une augmentation de 1,0% (50,2% à 51,2%) de la masse musculaire au cours de la période qui s'étend de l'adolescence à l'âge adulte. D'autres auteurs (Behnke & Wilmore, 1974; Malina, 1986) rapportent, pour leur part, des valeurs adultes relativement près de 40% chez les hommes, tout comme Widdowson (1982) qui, cependant, ne spécifie pas pour quel sexe. Des mesures radiographiques de diamètres musculaires, réalisées au niveau du bras et du mollet, démontrent que les enfants plus matures des deux sexes ont des muscles significativement plus gros (Beunen et al., 1982; Malina, 1986). Cette observation est plus marquée chez les garçons, ce qui reflète, par ailleurs, leur gabarit plus imposant. Cela se traduit par des augmentations significatives de la force musculaire surtout entre 13 et 16 ans ($r = 0,43$ à $0,64$) (Malina, 1986).

Tableau 1

La composition corporelle à différents stades de la croissance et du développement

Âge (années)	Taille (cm)	Masse (kg)	Dimensions de la masse corporelle (%)				
			Masse organes (a,c1)	Masse muscles (b,b1,b2)	Gras corporel (b2, c,c1)	Volume FEC (d)	Masse os (b2,c1)
Nouveau-né	50	3,5	18 ^a	20 ^b	12 ^c	40 ^d	18 ^{c1}
0,25	60	5,5	15 ^a	22 ^b	11 ^c	32 ^d	
1,5	80	11,0	14 ^a	23 ^b	20 ^c	26 ^d	
5	110	19,0	10 ^a	35 ^b	15 ^c	24 ^d	
10	140	31,0	8,4 ^a	37 ^b	15 ^c	25 ^d	
(garçons) 14	160	50	5,7 ^a	42 ^b 50,2 ^{b1}	12 ^c 11,4 ^{c1}	21 ^d	
(hommes) adultes	180	70	5,2 ^a	40 ^b 51,2 ^{b1} 42,9 ^{b2}	11 ^c 12,3 ^{c1} 11,4 ^{b2}	19 ^d	14,3 ^{b2}
(filles) 13	160	45	4,8 ^a	39 ^b 43 ^{b1}	18 ^c 22 ^{c1}	19 ^d	
(femmes) adultes	162	55	4,4 ^a	35 ^b 39,9 ^{b1}	20 ^c 24,6 ^{c1}	16 ^d	
Adultes sexe non-spécifié			4,9 ^{c1}	40 ^{c1}			14 ^{c1}

a) Somme des masses du cerveau, du foie, du coeur et des reins

b) Dérivé de l'excrétion de la créatine

b1) Dérivé de l'excrétion de la créatine

b2) Valeurs dérivées de dissections (Benhke & Wilmore, 1974)

c) Valeurs retrouvées dans la littérature

c1) Valeurs tirées de Widdowson (1982)

d) Moyenne de l'espace occupée par le bromure et les thiosulfates

Note. Tiré et adapté de "Body composition and energy needs during growth" par M. A. Holliday, 1986, dans F. Falkner et J. M. Tanner (éds), Human Growth 2^e édition, (vol 2). Postnatal growth neurobiology. New York : Plenum Press, 101-115.

L'augmentation du volume musculaire s'explique par un accroissement des protéines contractiles et du nombre de noyaux cellulaires. Le gain maximal en masse musculaire survient trois à six mois après la croissance maximale en taille tandis que le gain maximal en force se manifeste 6 à 12 mois à la suite de cet événement (Dyre Meen & Oseid, 1982).

Le pourcentage de masse adipeuse s'accroît de 2,0 à 2,6% (Widdowson, 1982; Holliday, 1986) chez les filles qui affichent déjà, depuis la puberté, une proportion de gras corporel supérieure à celle des garçons. Chez ces derniers, il est possible de noter une variation de plus ou moins 1,0% du gras corporel selon l'auteur consulté. Les sujets à maturation rapide des deux sexes présentent une masse adipeuse absolue plus élevée que celle des sujets à maturation lente (Beunen et al., 1982; Malina, 1988). Ce processus de développement exerce, par surcroît, ses influences sur le patron de distribution du gras sous-cutané des garçons. Il semble en effet que ceux-ci accumulent relativement plus de graisse sur le tronc durant l'adolescence et qu'il se produit une réduction concomitante du gras sous-cutané au niveau des extrémités. Encore une fois, ce fait serait davantage remarquable chez les sujets à maturation rapide (Malina & Bouchard, 1988). Les filles, quant à elles, démontrent des variations de l'adiposité totale sans que cela n'affecte la distribution du gras.

Mazess & Cameron (1971) (dans Lohman, Boileau & Slaughter, 1984) indiquent que le contenu minéral osseux fait plus que doubler entre 8 et 20 ans tant chez les garçons que chez les filles. Le diamètre osseux varierait positivement durant cette même période de 41,0% chez les garçons et de 33,0% chez les filles. Malgré cela, la

proportion du poids corporel représentée par le tissu osseux passerait de 18,0% à la naissance (Widdowson, 1982) à environ 14,0% à l'âge adulte (Benhke & Wilmore, 1974; Widdowson, 1982). Pour finir, la densité minérale osseuse ferait un bond spectaculaire de 62,0% et 48,0% chez les garçons et les filles respectivement, toujours entre 8 et 20 ans. Cependant, ces dernières atteindraient, vers 15 ans, 90,0% de leur densité minérale osseuse adulte, soit 10,0% de plus que les garçons (Klemm, Banzer & Schneider, 1976 dans Lohman et al., 1984).

En ce qui concerne le somatotype qui procure un aperçu de la morphologie corporelle, toutes les études ne s'entendent pas quant aux effets exercés par la maturation biologique sur cette représentation. Là encore, des rythmes variés, sans patrons déterminés, ont été constatés. Les principaux changements qui surviennent concernent généralement la composante dominante du somatotype. Carter (1978) est d'avis qu'il est tout de même possible d'observer certaines tendances générales chez les enfants. Les mésoectomorphes seraient à maturation plus tardive alors que les mésomorphes atteindraient leur taux de croissance maximal en taille et en poids plus rapidement, soit vers 13 et 14 ans (Beunen et al., 1986). Le niveau de mésomorphie serait supérieur chez des sujets à maturation rapide. Vers la toute fin de l'adolescence, les garçons deviendraient plus endomésomorphes et, selon Carter (1978), un profil plus endomorphique caractériserait les hommes et les femmes qui vieillissent. Par ailleurs, des résultats rapportés par Auger (1992) révèlent que chez des sujets des deux sexes, âgés entre 6 et 9 ans, l'adiposité proportionnelle est modérément reliée au poids proportionnel ($r = 0,70$; $p \leq ,05$), que le poids proportionnel est faiblement relié à l'âge chronologique ($r = - 0,29$; $p \leq ,05$) mais pas à l'âge biologique ($r = - 0,20$) et que

l'adiposité proportionnelle n'est reliée de façon significative ni à l'âge chronologique ($r = -0,03$) ni à l'âge biologique ($r = 0,15$). La littérature consultée ne fournit pas d'information permettant de situer l'importance de ces relations chez des adolescents. Toutefois, il peut être raisonnable de penser que la relation entre l'adiposité proportionnelle et le poids proportionnel sera plus faible chez les adolescents mâles de 13 et 14 ans car l'augmentation absolue de la masse maigre prend une ampleur plus considérable que celle de la masse adipeuse. Pour la même raison, il est probable que le poids proportionnel soit mieux relié à l'avancement de l'âge biologique qu'à l'âge chronologique.

Relations entre l'activité physique, la composition corporelle et la morphologie

Le temps passé par les adolescents à regarder la télévision s'est considérablement accru depuis quelques années tandis que le niveau de participation à l'activité physique a chuté (Going, 1988). En admettant que plus d'un déterminant influe sur cet aspect, certaines informations montrent qu'en effet, la dépense énergétique des enfants, occasionnée par des activités intenses et modérées, est relativement peu élevée et que cette réalité s'applique de façon encore plus marquante à la période de l'adolescence (Scheider, 1985; Cuerrier, 1988). Dietz et Gortmaker (1985) vont jusqu'à suggérer un lien significatif entre le temps passé par les enfants et les adolescents à regarder la télévision et l'obésité à l'adolescence. Aux États-Unis, 10 à 13% des adolescents sont obèses et une large proportion de ceux-ci le sont depuis l'enfance. À l'âge adulte, 80% d'entre eux le seront toujours (Scheider, 1985).

L'augmentation de la masse corporelle suit souvent en parallèle une réduction de l'engagement dans des activités physiques plutôt qu'un accroissement de l'apport

énergétique (Fox, Bowers & Foss, 1989; McArdle, Katch & Katch, 1987; Scheider, 1985). Il est de plus en plus évident que les gens qui poursuivent une vie physiquement active ou qui se consacrent à des programmes d'activités d'endurance, conservent une composition corporelle mieux équilibrée. La dépense énergétique par la pratique régulière d'activités physiques a des effets cumulatifs. L'importance des changements varie en fonction de l'intensité, de la durée des programmes et de la fréquence de participation.

D'une façon générale, les répercussions de l'entraînement régulier sur la composition et la morphologie corporelle peuvent se résumer à une augmentation de la masse maigre, à une diminution de la masse adipeuse (Bailey, Malina & Mirwald, 1986) et à un déplacement plus ou moins prononcé du somatotype vers la mésomorphie (Fox et al., 1989). À cet effet, Carter (1978) mentionne que certaines études ont démontré des relations modérément élevées entre le pourcentage de graisse et l'endomorphie ainsi que des relations faibles à modérées entre la masse maigre et la mésomorphie.

Une étude longitudinale conduite par Parizkova (1977) (dans Bailey et al., 1986) auprès de garçons rapporte que les sujets les plus actifs ont affiché, au cours de l'étude et à la fin de celle-ci, une plus grande masse maigre et une plus faible masse adipeuse que les autres sujets moins actifs. Des observations comparables sont également rapportées par Malina, Meleski & Shoup (1982). Thorland, Johnson, Fagot, Sharp & Hammer (1981) soulignent les nombreuses différences observées au niveau de la composition et de la morphologie corporelle entre des athlètes olympiens d'âge junior et des adolescents non-athlètes. Ceux qui participaient à des concours de course et de

gymnastique présentait généralement des niveaux d'adiposité corporelle bas, inférieurs à ceux mesurés chez les adolescents non-athlètes. Ceux-ci étaient significativement plus grands que les gymnastes, les plongeurs et les lutteurs, mais ils étaient plus petits et présentaient une masse maigre inférieure et une masse adipeuse proportionnellement supérieure à celle des lanceurs de disque et de poids. Stanley, Thompson, Savage & Petratis (1982) ont observé, chez des lutteurs expérimentés de 9 à 12 ans, qu'ils étaient moins lourds (- 4,0 kg) que les sujets du même âge du groupe contrôle. À l'analyse des données, les auteurs ont constaté que les jeunes lutteurs avaient une structure squelettique et une masse maigre comparables (0,8 kg de différence) à celles des enfants du groupe contrôle mais, qu'ils étaient significativement plus maigres (13,3% d'adiposité contre 20,0%). Malgré la relative maigreur des jeunes lutteurs, les auteurs rapportent qu'ils affichaient un niveau d'adiposité au moins 30,0% supérieur à celui des lutteurs matures sur le plan biologique. À la suite d'un programme de musculation en force-endurance de huit semaines, Sailors & Berg (1987) ont constaté, au niveau des groupes expérimentaux, une augmentation de la force musculaire chez les sujets masculins de 12 ans (gr. contrôle: $\bar{n} = 6$; gr. expérimental: $\bar{n} = 5$) et chez les hommes de 24 ans (gr. contrôle : $\bar{n} = 6$; gr. expérimental : $\bar{n} = 5$). Les auteurs ont également noté, chez les adolescents du groupe expérimental, une diminution de l'épaisseur des plis cutanés et une réduction de la valeur de la composante de mésomorphie. Un accroissement significatif de la taille pour les deux groupes d'adolescents est aussi rapporté. L'altération de la composante de mésomorphie pourrait s'expliquer par le fait que les valeurs rapportées par les auteurs pour les circonférences musculaires et des diamètres osseux des adolescents du groupe expérimental ont

inexplicablement subi des diminutions alors que celles des individus du groupe contrôle n'ont à peu près pas changées. L'entraînement de huit semaines associé à l'accroissement de la taille semblent avoir provoqué des modifications significatives de la muscularité relative des sujets du groupe expérimental.

Relations entre la maturité biologique et la pratique de l'activité physique

L'activité physique peut induire des changements dans la même direction et approximativement de même amplitude que ceux prévus par la croissance normale (Bailey, Malina & Mirwald, 1986). Par conséquent, lorsqu'aucune précaution concernant l'estimation du niveau de maturité biologique des sujets n'est prise, il devient fort difficile, voire impossible, de séparer les changements produits par l'exercice de ceux qui le sont par la croissance. Ces auteurs estiment qu'un assez grand nombre d'études menées auprès d'enfants et d'adolescents ont négligé de considérer cet aspect.

La participation à l'activité physique n'exerce pas d'effets apparents sur la croissance staturale malgré ce que certains (Ekblom, 1969; Eriksson, 1972) ont pu écrire. L'âge auquel survient le plus haut taux de vélocité de croissance en taille n'apparaît pas affecté (négativement ou positivement) par la pratique régulière de l'activité physique. Cependant, Trueta (1968) et Evans (1973) semblent insister sur le fait que l'application de forces compressives et tensionnelles sur l'os par des contractions musculaires favorise sa formation et sa croissance, donc ultimement sa maturation.

Les garçons qui obtiennent du succès dans les activités sportives de compétition sont, généralement, plus avancés sur le plan biologique. Cela leur procure un avantage observable au niveau du gabarit et de la force musculaire. La performance motrice s'en

trouve donc grandement améliorée (Bailey et al., 1986; Beunen, Ostyn, Simons, Renson & Van Gervan, 1981; Docherty & Gaul, 1991). Bouchard, Hollmann & Herkenrath (1968) ont observé chez des sujets masculins que les avancés biologiques affichaient des caractéristiques morphologiques supérieures, en valeurs absolues, à celles mesurées chez des sujets à maturation lente. Leurs observations suggèrent également que le niveau de maturité biologique semble avoir une influence plus déterminante sur la morphologie que la pratique régulière de l'activité physique. Des conclusions comparables sont rapportées par Bouchard et al. (1974), cette fois concernant la force musculaire statique. Des résultats récents publiés par Sentipal, Wardlaw, Mahan & Matkovic (1991) montrent, pour leur part, que le niveau de maturation biologique est un déterminant important du développement de la masse et de la densité minérale osseuse. Ils mentionnent aussi que l'activité physique ne contribuerait pas de façon significative à expliquer la variance de la densité osseuse chez les filles durant l'adolescence.

Bailey et al. (1986) font remarquer, à juste titre, qu'au-delà des effets quantifiables procurés à l'organisme par le processus de maturation biologique et la pratique de l'activité physique, des changements qualitatifs peuvent également survenir. Pensons, par exemple, à l'habileté de l'organisme mature à assurer sa thermorégulation adéquatement, à dériver de l'énergie à partir des voies anaérobiques lactiques ou encore à tolérer de hauts niveaux d'acidité organique.

Évaluation du niveau de maturité biologique

Une variété de méthodes peuvent être utilisées dans le but d'estimer le niveau de maturité biologique mais, il faut reconnaître que l'observation systématique de toutes

les manifestations cliniques de la croissance et du développement humain ne sont pas aisément accessibles à l'éducateur physique sur le terrain.

Certains auteurs suggèrent que le moment où les dents font éruption reflète bien la maturation biologique de l'individu bien qu'il semble que la définition du mot éruption varie passablement d'un auteur à l'autre et que d'autres phénomènes reliés au développement dentaire doivent être considérés. Beunen (1973) et Demirjian (1986) font d'ailleurs remarquer que des facteurs exogènes comme des infections, des extractions, des caries et autres anomalies peuvent affecter l'émergence des dents et ainsi rendre difficile l'évaluation du développement biologique. Ceci est sans compter que l'application de cette méthode se voit limitée à certains intervalles d'âges. En effet, il est reconnu qu'entre 30 mois et 6 ans ainsi qu'après 12 ans, il est peu probable que des dents fassent éruption. Pour ces raisons, Gleiser & Hunt (1955) (dans Demirjian, 1986) sont d'avis que la calcification des dents représente une meilleure mesure de la maturité biologique que l'éruption des dents.

L'étude des caractères sexuels secondaires ne peut également se faire qu'au cours d'une période précise de la croissance, soit à partir de la puberté, ce qui rend difficile l'évaluation précise des sujets prépubères (Beunen, 1973). Cet examen qui consiste à apprécier les transformations survenant au niveau de la distribution et de la densité du poil pubien chez les deux sexes de même qu'au niveau des organes génitaux des garçons et de la poitrine des filles demeure relativement imprécis en ce qui a trait à l'âge estimé. Greulich & Pyle (1959) insistent sur l'inadéquation des tables de taille et de poids dans la détermination du statut développemental à cause de la grande diversité génétique des individus, des différences concernant la nutrition et parce que ces

paramètres témoignent plus de la croissance que de la maturation. Cependant, l'indice de McCloy (dans Godbout, 1969) qui utilise la taille, la masse corporelle et l'âge chronologique, est proposé comme étant un indicateur intéressant de la maturité biologique, du moins durant l'enfance et au tout début de l'adolescence, puisqu'une corrélation de 0,84 a été relevée entre cet indice et l'âge osseux chez un échantillon d'enfants de 12 et 13 ans.

La maturation osseuse est à l'image même de l'ostéogenèse du squelette. Elle démontre une évolution continue, débutant avant la naissance et se poursuivant jusqu'à l'âge adulte. La maturité finale s'exprime de la même façon pour tous (Beunen, 1973). Valadian & Porter (1977) indiquent qu'il existe de hautes corrélations entre la maturité squelettique, la maturité sexuelle et la maturité physique générale. Ils sont également d'avis que l'utilisation des radiographies du squelette représente un moyen fiable permettant d'évaluer la maturité physique. L'âge squelettique d'un individu est déterminé en comparant le degré de développement de certains de ses os avec la radiographie standardisée de la région explorée selon des normes établies. Bouchard et al. (1974) de même que Demirjian (1985) recommandent que l'évaluation du degré de développement du squelette soit effectué à l'aide d'une radiographie des os du poignet et de la main. De plus, Auger (1992) fait remarquer que lorsque la maturité osseuse est associée à un autre élément tel que l'activité physique, la technique de l'atlas semble revenir le plus souvent, plus particulièrement, celle de Greulich & Pyle (GP) (1959). Cette dernière permet l'analyse de radiographies standardisées de la main et du poignet gauche d'enfants en croissance. Les critères d'évaluation se basent sur l'apparence, le format et la forme des os courts (*ossa brevia*) et des épiphyses des os longs. Pour la

première année post-natale, les standards sont espacés de trois mois. De la première année post-natale à la cinquième année, ils sont espacés de six mois et, par la suite, de 12 mois. Les standards GP ont été sélectionnés à partir de la médiane d'une centaine de photos pour chaque âge chronologique mesuré à plus ou moins 2% de l'anniversaire de naissance des enfants. Les sujets ($n = 2500$) étaient Américains et ont été mesurés à Cleaveland, Ohio entre 1931 et 1942. Ils provenaient d'un milieu favorisé sur le plan socio-éducatif. La méthode GP permet plus facilement l'erreur aléatoire que l'erreur systématique (Acheson Vicinus & Fowler, 1966). Elle se caractérise également par sa relative stabilité. Dans une étude réalisée par Fry (1968), la méthode de Tanner-Whitehouse (TW) et celle de GP ont été comparées en fonction des standards GP. L'auteur rapporte une vitesse combinée totale (incluant les garçons et les filles) de 23 mois pour la GP alors que la méthode TW présente une vitesse combinée totale de 217 mois. Cet auteur définit la vitesse comme étant le passage d'un standard à l'autre. En quelque sorte, cela montre que la somme des écarts mesurés par la TW, par rapport aux radiographies standardisées, est presque dix fois plus élevée que celle obtenue par l'entremise de la méthode GP.

Évaluation de la composition corporelle et de la morphologie

L'être humain peut être considéré parmi les plus gras de tous les mammifères. C'est ce fait ainsi que bien d'autres qui semblent avoir stimulé le développement de méthodes pour estimer les proportions relatives occupées par les différentes composantes corporelles chez l'homme (Forbes, 1986).

Le concept de maturité chimique

Lohman (1986) rapporte que l'élaboration de constantes servant à estimer la

composition corporelle provient de données recueillies à partir de dissection de cadavres humains adultes, de dissections animales et de résultats d'estimations indirectes de la masse maigre réalisées à partir de sujets humains. Les constantes développées par des pionniers tels Cheek (1968) et Forbes (1970, 1972) (dans Lohman, 1986) étaient basées sur des résultats obtenus auprès d'adultes. Les chercheurs assumaient de cette façon que l'organisme des enfants était chimiquement mature.

La maturité chimique réfère au concept de stabilité chimique de la masse maigre. Par exemple, chez les animaux et les êtres humains, la composition chimique de la masse maigre se modifie en fonction du contenu corporel en eau qui décroît et en fonction des solides corporels qui augmentent en concentration. Lorsque la masse maigre rejoint la valeur adulte (73,8% d'eau, 6,8% de minéraux et 18,8% de protéines) (Lohman, 1986), l'individu atteint la maturité chimique. De plus en plus d'évidences semblent indiquer que les enfants et les adolescents ne l'atteignent pas avant l'âge de 15 à 18 ans. En fait, il serait plus à propos de parler de maturité chimique différenciée car, s'il faut en croire Nichols, Hazlewood & Barnes (1968) (dans Forbes, 1986), les valeurs du potassium, du chlorure et de l'eau pour le muscle squelettique atteignent leur niveau de maturité aux alentours de 6 ans tandis que l'ossification du squelette n'est complétée qu'à la fin de l'adolescence. Au contraire, Cureton, Boileau & Lohman (1975) (dans Forbes, 1986) suggèrent que la maturité chimique pour le potassium est atteinte vers l'âge de 8 ans.

Plusieurs modèles d'étude de la composition corporelle ont été proposés, mais il semble que celui défendu à la fois par Brozek & Keys (1953) et par Siri (1961) ait été le plus communément accepté et diffusé. Ces chercheurs considèrent le corps de façon

compartimentée. Plus précisément, il y a la masse maigre et la masse adipeuse. La première composante se subdivise en eau, en protéines et en minéraux. Il est assumé ici que le jeune enfant est mature sur le plan chimique, donc que la composition de sa masse maigre équivaut à celle des adultes.

Cinq techniques d'évaluation de la composition corporelle découlent du modèle mentionné plus haut. Il s'agit de la densitométrie, de l'hydrométrie, de la spectrométrie par rayon gamma et de l'anthropométrie.

La densitométrie

La densité corporelle chez les enfants tout comme chez les adultes peut être mesurée par des techniques comme la pesée hydrostatique, l'évaluation du déplacement des masses d'eau et par la détermination du volume corporel par la dilution à l'hélium. La densité corporelle totale est fonction de la densité des diverses composantes du corps et de la proportion que chaque composante occupe en respect de la masse corporelle totale. La compartimentation du corps en masse adipeuse et en masse maigre demande l'acceptation des propositions suivantes (Ross, Martin & Ward, 1987) : a) la densité des deux compartiments est connue et additive (densité des lipides: 0,90 g/ml, densité de la masse maigre 1,10 g/ml); b) la densité des constituantes corporelles est relativement constante d'un individu à l'autre; c) un individu n'est différent du modèle de référence standard que par la quantité de tissu adipeux qu'il possède. À partir de ces propositions, Brozek & Keys (1953), Siri (1961) et Ross et al. (1987) ont développé les deux équations suivantes décrivant la relation entre le contenu en graisse et la densité corporelle :

$$\text{Brozek \& Keys (1953): } F = (4,570 / D) - 4,142;$$

$$\text{Siri (1961): } F = (495 / D) - 450$$

où F représente le gras comme fraction de la masse corporelle et D, représente la densité corporelle.

Selon Lohman (1986), aucune des formules ci-dessus ne peut être utilisée chez les enfants car la masse maigre peut avoir une densité significativement inférieure à 1,10 g/ml. Il apparaît donc probable que le contenu corporel en gras soit surestimé par ces formules établies à partir d'une population d'âge adulte.

Ross et al. (1987) rappellent que, depuis 1940, la densitométrie est le "standard en or" pour l'évaluation de la composition corporelle. Ils font cependant référence à des observations publiées par Katch (1969) (dans Ross et al., 1987) au sujet de l'existence d'un effet d'apprentissage lors de la pesée hydrostatique et de la possibilité de sous-estimer la véritable densité corporelle des sujets par cette technique. Par surcroît, ces auteurs présentent des faits troublants. Par exemple, la proposition selon laquelle la densité du gras est approximativement égale à 0,90 g/ml ne serait vraie que si l'on se réfère qu'aux triglycérides. Les lipides du cerveau contiennent aussi 50% de phospholipides et 25% de cholestérol ayant des densités respectives de 1,035 g/ml et de 1,067 g/ml, ce qui résulte en une densité globale de 1,005 g/ml. En théorie, cela crée une erreur assez importante chez des sujets très maigres.

Ross et al. (1987) ont constaté, à partir de dissections, que les proportions ne sont pas constantes d'un individu à l'autre et que les variations enregistrées pouvaient aller pour les muscles de 41,9% à 59,4% de la masse maigre, pour les os de 16,3% à 25,7% et pour les tissus résiduels de 24,0% à 32,4%. Des travaux réalisés par Mazen, Peppler, Chesney, Lange, Lindgreen & Smith (1984) (dans Ross et al., 1987) démontrent des

variations de minéralisation osseuse pouvant osciller entre 0,57 et 2,34 g/cm² avec des coefficients de variations qui s'étendaient de 7,0% à 22,6% pour l'ensemble du squelette.

L'approche densitométrique n'apparaît pas valide puisque les postulats à sa base comportent des inexactitudes. En effet, la proposition selon laquelle le corps humain puisse être composé de deux compartiments ayant chacun une densité constante ne tient plus à la lumière de ce que nous venons de voir.

L'hydrométrie

L'utilisation de la quantité totale d'eau (TBW) afin d'estimer la composition corporelle est fondée sur l'acceptation du fait que la masse maigre a un contenu constant en eau et qu'une quantité négligeable de ce liquide est entreposée dans le tissu adipeux (Lohman et al., 1984; Lohman, 1986). La TBW se mesure par l'application du principe de dilution :

$$V_2 = Q / C_2$$

où V_2 représente le volume de la solution, C_2 représente la concentration finale et Q représente la quantité de soluté ou CV (Forbes, 1986).

Forbes (1986) indique que le corps n'est pas un système statique et que l'utilisation du principe de dilution demande des chercheurs qu'ils acceptent cinq propositions : a) la substance administrée doit entrer dans le compartiment visé et se mélanger à l'intérieur d'une période de temps raisonnable; b) le volume de distribution apparent doit coïncider avec celui du compartiment visé; c) si un état d'équilibre des concentrations n'est pas réalisé par le jeu métabolique ou par l'excrétion de la substance, le changement dans la concentration plasmatique devrait être une fonction simple du temps, de façon à ce que

la concentration à T_0 soit calculée; d) le compartiment concerné ne doit pas subir de modification de volume durant la période du mélange; e) la substance administrée n'altère pas significativement le processus physiologique normal ni l'homéostasie. Si l'excrétion de la substance est significative, la première équation doit alors être modifiée de la façon suivante :

$$V_2 = (Q_{\text{administrée}} - Q_{\text{excrétée}}) / C_2.$$

La TBW divisée par environ 0,73 est fréquemment utilisée pour prédire la masse maigre. La quantité de gras est alors calculée par la différence entre la masse totale et la masse maigre. Or, chez les enfants, cette quantité de fluide est mal estimée, surtout entre 6 et 18 ans et peut être plus élevée que chez les adultes (Lohman et al., 1984; Lohman, 1986). L'utilisation du modèle hydrométrique adulte peut donc mener vers une sous-estimation de la masse adipeuse relative chez les enfants.

La spectrométrie par rayon gamma

Dans le cadre de cette technique, il s'agit de calculer le contenu corporel en potassium par l'utilisation d'un isotope ayant une longue vie ($T_{1/2} = 1,3 \cdot 10^9$ années), qui émet des radiations puissantes (1,46 MeV) et qui est suffisamment abondant (0,012% du potassium) pour permettre sa détection et sa quantification chez l'être humain (Forbes, 1986). La masse du contenu en potassium du corps humain sert comme index de la masse maigre tout comme l'eau corporelle totale (Lohman et al., 1984; Lohman,

1986). Il faut alors assumer que la masse maigre a un contenu constant en potassium. Forbes et Hursh (1963) (dans Lohman et al., 1984) ont établi que la valeur retrouvée chez les adultes était de 2,66 g/kg. Cependant, des chercheurs (Cheek, 1968; Forbes, Schultz, Cafarelli, Amirhakimi, 1968) dans Lohman, (1986) ont découvert que

les valeurs des femmes adultes sont 10% inférieures à celles des hommes, soit aux alentours de 2,4 g/kg. Lohman et al. (1984) croient que l'utilisation de la valeur attribuée aux hommes adultes chez les enfants entraîne une surestimation du pourcentage de gras chez ces derniers.

L'anthropométrie

Cette méthode évalue la quantité relative de gras corporel de façon indirecte à travers d'autres techniques comme celles vues précédemment. Going (1988) mentionne que l'évaluation des pourcentages de gras corporel des enfants par les équations des adultes avait parfois pour effet de surestimer de 5% les résultats alors que Lohman et al. (1984) établissent plutôt cette erreur à une sous-estimation de 10% tant chez les garçons que chez les filles de 8 à 12 ans.

Ross & Ward (1984) indiquent que l'échantillonnage des plis cutanés doit provenir de plusieurs régions corporelles. Cet avis vient en contradiction avec celui de plusieurs auteurs tels Gortmaker et al. (1987) (dans Going, 1988), Forbes (1986), Bissonnette (1973) et Pariskova (1977) (dans Bissonnette, 1991) qui estiment que les mesures provenant du triceps sont très représentatives du pourcentage d'adiposité corporelle total chez les enfants et les adolescents.

Ross, Martin & Ward (1987) soulignent que l'utilisation de l'adiposomètre manuel afin de prédire la densité et d'inférer le pourcentage de gras exige des scientifiques qu'ils acceptent cinq propositions supplémentaires: a) la compressibilité des tissus est constante; b) l'épaisseur de la peau représente une fraction négligeable et constante du pli cutané; c) le patron de déposition des graisses est fixe; d) la fraction de graisse est constante dans le tissu adipeux; e) la graisse interne est en rapport constant avec le gras

sous-cutané.

Martin, Ross, Drinkwater & Clarys (1984) (dans Ross et al., 1987) rejettent l'idée selon laquelle les plis cutanés représentent adéquatement le pourcentage de gras corporel, mais acceptent que ces derniers puissent refléter correctement la quantité de peau et de tissus graisseux sous-cutanés comprimés dans la pince. Going (1988) mentionne que des chercheurs expérimentés obtiennent d'excellents résultats lors de procédures d'évaluation réitératives sur les plis cutanés et que l'objectivité est bonne quand les procédures standardisées sont respectées.

L'échelle-O

Élaborée par Ross et Ward (1984), la raison d'être de l'échelle-O est d'assister les professionnels de la santé dans l'évaluation clinique du statut corporel des clients et de procurer une référence objective pour évaluer l'efficacité des programmes de traitement, de l'entraînement et de la diète.

Les normes servant à la comparaison ont été recueillies auprès d'un échantillon de 1236 enfants, adolescents et jeunes adultes ainsi qu'auprès d'un très considérable échantillon de 22 000 adultes rencontrés durant différents projets dirigés par D.A. Bailey et R.C. Mirwald.

L'échelle-O procure des profils de proportionnalité en adaptant les données recueillies en fonction d'un modèle de référence de 170,18 cm en taille. Par la suite, le profil d'adiposité et de poids proportionnel obtenu est comparé à la catégorie d'âge et du sexe appropriée. Les normes sont rapportées sous forme de stanines, c'est-à-dire que le partage des résultats en neuf catégories se fait principalement en fonction du pourcentage des résultats dans chacune d'elles (annexe 1).

Le système proposé par Ross et Ward (1984) remet en question la notion d'idéal, que ce soit au niveau de la masse corporelle ou du niveau d'adiposité. Cet idéal représente un moment où la personne mesurée est en santé, se sent bien et est raisonnablement satisfaite de son apparence physique. Ces auteurs font remarquer que l'utilisation des traditionnelles chartes du poids idéal ont pour effet de ne pas refléter la réalité propre aux individus évalués. Ils donnent l'exemple des culturistes mâles de niveau international chez qui des indices d'adiposité proportionnelle de 1 et 2 ont été mesurés sur l'échelle-O, pour des indices de poids proportionnel de 8 et 9. À partir des chartes populaires, ces individus étaient considérés comme obèses. Les auteurs rappellent que l'échelle-O utilise le poids proportionnel afin d'aider à interpréter les indices d'adiposité (annexe 2) et que l'ajout des mesures des circonférences dans le portrait donne un indice du développement musculaire.

Le somatotype

À l'heure actuelle, il existe deux principales conceptions du somatotype. Le somatotype selon Sheldon (1940, 1954, 1969) (dans Carter & Heath, 1986) a un caractère permanent car il ne considère que le génotype. En réaction au modèle génotypique de Sheldon, Heath (1963), puis Heath et Carter (1966, 1967) (dans Carter, Ross, Duquet & Aubry, 1983), proposent un modèle phénotypique. Ils définissent le somatotype comme étant une description de la morphologie corporelle actuelle. Celle-ci s'exprime par une séquence de trois nombres apparaissant toujours dans le même ordre. Chaque nombre représente l'évaluation d'une des trois composantes primaires du physique qui décrivent les variations individuelles au niveau de la morphologie et de la composition corporelle.

La première composante, l'endomorphie, réfère à l'adiposité relative ou à la maigreur relative d'un individu. L'évaluation s'établit sur un continuum, de la plus faible valeur (1/2) à la plus importante (12). La deuxième composante, la mésomorphie, réfère au développement musculo-squelettique relatif par unité de taille. L'évaluation de cette dimension s'établit sur un continuum allant de 1/2 (faible développement) à 9 (développement important). L'ectomorphie est la troisième composante. Elle réfère à la linéarité relative des physiques individuels. Les évaluations sont basées principalement et non entièrement, sur le ratio taille / poids^{1/3}. Carter et al. (1983) indiquent que ce ratio et l'ectomorphie sont reliés de près. De cette façon, les extrémités faibles de leur distribution indiquent la petitesse relative des segments corporels tandis que les extrémités élevées indiquent une relative longueur de ces segments. Les cotes attribuées évaluent la forme et le degré de distribution longitudinale (1/2 à 9) de la première et de la seconde composante.

Le somatotype peut être obtenu à partir de mesures anthropométriques, de photographies et par une combinaison des deux méthodes précédentes. Pour Hunt (1959) et Brozek (1959) (dans Carter et al., 1983), la possibilité offerte d'estimer le somatotype à partir d'éléments anthropométriques en améliore l'utilité biologique.

Évaluation du niveau de participation à l'activité physique

Les méthodes les plus communes pour mesurer la participation à l'activité physique sont le questionnaire et le journal de bord. Ces outils démontrent un certain degré d'incertitude par le fait qu'ils sont difficiles à valider. Lorsqu'il s'agit de recueillir des données de sujets adultes et adolescents, le questionnaire prospectif ou rétrospectif est sans contredit la méthode de choix (Durnin, 1988; Montoye, 1988). Les problèmes

les plus souvent rencontrés concernent la précision des estimations par les sujets, des durées et des intensités des activités physiques. Leon, Jacobs, DeBacker & Taylor (1981) sont d'avis que les questionnaires permettent, généralement, une prédiction intéressante de la capacité de travail et de la condition physique des répondants, tout en ayant l'intéressante caractéristique d'être une mesure simple et non-invasive. Les pages qui suivent présentent une description de quelques questionnaires retrouvés dans la littérature.

Le "Tecumseh Health Study Questionnaire (THSQ)" (Reiff et al., 1967) permet d'apprécier le niveau d'activité physique des répondants pour l'année précédant l'administration du questionnaire. Il a été validé auprès de 184 sujets de 16 ans et plus qui n'étaient plus aux études. Ce questionnaire auto-administré permet de recueillir des informations sur les occupations, le mode de transport au travail, le temps et le type d'activités de loisirs incluant la participation sportive. Plus particulièrement, cet outil permet de mesurer le type d'activités pratiquées, leur durée moyenne et il rend possible l'appréciation de l'intensité de ces activités à l'aide d'un index d'activités métaboliques (AMI). Plusieurs activités occupationnelles ($n = 36$) et activités de loisirs ($n = 63$) sont répertoriées par les auteurs.

Une fois le questionnaire rempli, un spécialiste de la conduite d'entrevues intervient de 60 à 90 minutes avec les répondants afin de compléter les informations (Montoye, McCabe, Metzner & Garn, 1976). Reiff et al. (1967) indiquent que la fiabilité du classement des résultats recueillis par l'entremise du questionnaire se situe entre $r = 0,96$ et $r = 0,99$ et que les relations entre les jugements de chaque juge en fonction des catégories varient de: $r = 0,90$ à $r = 0,99$ (occupations), $r = 0,66$ à $r = 0,82$

(loisirs) et $r = 0,86$ à $r = 0,94$ (occupations et loisirs).

Le but de l'étude de Tecumseh était d'identifier les facteurs importants dans le maintien de la santé ou dans le développement des maladies. Ce questionnaire a permis de mettre en évidence des corrélations négatives et significatives entre le niveau d'activité physique mesuré, l'adiposité et la pression sanguine.

Le "Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire (LTA)" (Taylor et al., 1978) a été créé dans le but de tester l'hypothèse selon laquelle l'exercice qui produit un effet de conditionnement sur le système cardio-vasculaire est un mécanisme de protection direct contre les maladies coronariennes, ou indirect, en altérant d'autres facteurs de risque. Cet outil permet d'apprécier la dépense énergétique des répondants lors d'activités récréatives en estimant la durée des activités, leur fréquence mensuelle, la répartition annuelle de ces activités et leur intensité moyenne (code d'intensité). À partir de ces paramètres, un index d'activités métaboliques, dérivé du questionnaire vu précédemment, est calculé. L'AMI est divisé en trois catégories d'intensité à partir des codes d'intensité attribués à chacune des activités répertoriées par les auteurs. Le code d'intensité est obtenu en divisant le taux de métabolisme de travail par le métabolisme de repos. Il s'agit d'une activité légère si le code d'intensité se situe entre 2,0 et 4,0. L'activité est modérée si ce code se situe entre 4,5 et 5,5 et elle est intense si le code d'intensité est plus grand ou égal à 6,0. Le LTA a été validé indirectement auprès de 175 hommes de 36 à 59ans (Leon et al., 1981) et offre un niveau de fiabilité de (Reeder, Stanton, Langley & Chalmers, 1991). C'est un questionnaire auto-administré qui est suivi d'une entrevue de vingt minutes servant à préciser les informations. Les concepteurs de ce questionnaire indiquent qu'il peut être utilisé avec différentes

populations sauf avec les jeunes enfants et les personnes âgées. Des activités peuvent être ajoutées ou enlevées et les codes d'intensité modifiés au besoin.

Le "New York Health Insurance Plan (HIP)" (Shapiro, Weinblatt & Frank dans Leon et al., 1981) est un questionnaire auto-administré très court (5-10 minutes) qui s'intéresse aux activités physiques effectuées au travail et à celles prenant place durant les moments de loisirs. Les questions posées sont générales. Hodgson (1971) (dans Taylor et al., 1978) a pu déterminer à partir de résultats de consommation maximale d'oxygène obtenus auprès d'hommes de 45 à 54 ans classés par le HIP, que des différences significatives existaient entre les valeurs de VO_2 max mesurées chez les sédentaires et celles évaluées pour les différents niveaux d'activités dans la catégorie des activités de loisirs. De plus, dans quatre catégories d'activités physiques reliées au travail, Hodgson (1971) a démontré qu'il y avait un accroissement de la consommation maximale d'oxygène à mesure que les niveaux d'activités augmentaient au sein des différentes catégories d'activités physiques occupationnelles. Taylor et al. (1978) rapportent que ce questionnaire ainsi que le THSQ ont été comparés auprès d'une même population. De faibles corrélations significatives ont été mesurées entre ceux-ci. Les activités au travail du HIP sont reliées aux activités occupationnelles du THSQ par un coefficient de corrélation de $r = 0,5$, alors que le lien entre les activités de loisirs mesurées par les deux questionnaires est de $r = 0,4$.

Le questionnaire utilisé dans le cadre du "Canada Health Survey 1981" est auto-administré et fait un recensement grossier des activités physiques survenant lors des loisirs et des travaux domestiques effectués au cours des deux semaines précédant l'administration du questionnaire. Il s'adresse à des sujets de plus de 15 ans. Un indice

d'activités physiques est déterminé à partir de la fréquence des activités multipliée par leur durée moyenne et multipliée par la dépense énergétique moyenne de celles-ci. Le mode de validation du questionnaire n'est pas précisé.

Stephens & Craig (1990) ont employé un questionnaire dérivé du Minnesota LTA afin d'obtenir des renseignements sur les activités physiques pratiquées pendant les loisirs. Il permet d'établir le type d'activité pratiquée, la fréquence mensuelle et la durée moyenne de participation. Cependant, les entrevues ont été supprimées en simplifiant la facture du questionnaire et les codes d'intensité ont été laissés de côté pour favoriser l'utilisation, à titre d'indice du travail effectué, de la kilocalorie / jour kilogramme ($\text{kcal} / \text{j} \cdot \text{kg}$). Tout comme pour le Minnesota LTA, les répondants sont répartis en trois classes : les sujets actifs sont ceux ayant une dépense énergétique d'au moins $3 \text{ kcal} / \text{j} \cdot \text{kg}$ ($12,57 \text{ KJ} / \text{j} \cdot \text{kg}$), les sujets modérément actifs sont ceux présentant une dépense énergétique variant entre 1,5 et 2,9 $\text{kcal} / \text{j} \cdot \text{kg}$ ($6,29$ et $12,15 \text{ KJ} / \text{j} \cdot \text{kg}$) et les sujets inactifs sont ceux dépensant moins de 1,5 $\text{kcal} / \text{j} \cdot \text{kg}$ ($6,29 \text{ KJ} / \text{j} \cdot \text{kg}$). D'autres paramètres comme les habitudes sanitaires, les déterminants de l'activité physique et les indicateurs de l'état de santé composent également cet outil.

Au total, 4200 personnes ont répondu à l'enquête Campbell de 1988. Dans cet échantillon proportionnellement représentatif de la population canadienne, 8,0% ($n=167$) des sujets de sexe masculin étaient âgés entre 10 et 14 ans et 11,0% ($n=217$) étaient âgés entre 15 et 19 ans. Dans le but d'assurer la fiabilité de l'outil, une étude pilote fut réalisée auprès de 200 personnes des deux sexes, anglophones et francophones. Le questionnaire a été distribué deux fois à un intervalle de trois semaines. Les résultats obtenus sont restés cohérents d'une séance à l'autre puisque le

taux de correspondance variait de 73% à 83% (selon les questions). Lorsque des informations plus détaillées étaient considérées, par exemple le nombre de fois qu'une activité a été pratiquée pendant un mois donné, le coefficient de corrélation variait de 0,78 à 0,85 selon le mois considéré. Les résultats recueillis étaient meilleurs pour certaines activités comme le ski alpin, que pour d'autres comme le patinage.

Synopsis

Les mécanismes cérébraux qui favorisent le déclenchement de la puberté sont encore très mal connus (Vander et al., 1989). Cependant, ses manifestations sont bien documentées (Preece, 1986; Riis et al., 1985; Tanner, 1987; ; Underwood, 1991; Vander et al., 1989). La poussée de croissance pubertaire, le développement des gonades et des caractéristiques sexuelles secondaires, les modifications de la composition corporelle et de la morphologie ainsi que le développement des systèmes circulatoire et respiratoire en sont les principales caractéristiques (Marshall & Tanner, 1986). Bouchard et al. (1974) de même que Tanner (1987) ont mis l'accent sur la grande variabilité interindividuelle du développement biologique durant l'adolescence, plus particulièrement à 13 et 14 ans. Cette période devient alors fort intéressante lorsqu'il s'agit d'étudier la transition entre l'enfance et l'adolescence pour une foule de paramètres. Au fil des années, les chercheurs ont mis au point une variété de méthodes visant à estimer le degré de maturation biologique des jeunes, et ainsi rendre compte de cette variabilité. Il semble que l'âge osseux soit une procédure de choix. Mais, malgré la disponibilité d'indices tels que celui de McCloy (dans Godbout, 1969), aucune autre approche réellement précise n'est adaptée pour répondre aux besoins de l'éducateur

physique qui oeuvre sur le terrain auprès d'adolescents, que ce soit en milieu scolaire ou sportif.

Certaines études ont reconnu la prédominance de la maturité biologique sur la participation à l'activité physique lorsque la force musculaire statique, le développement morphologique et la densité minérale osseuse étaient considérés (Bouchard et al., 1968; Bouchard et al., 1974; Sentipal et al., 1991). D'autres auteurs ont, quant à eux, souligné le fait que l'activité physique pouvait induire des changements dans la même direction et de la même amplitude que ceux prévus par la croissance normale, d'où la nécessité de mesurer l'évolution de la maturité biologique afin d'en séparer les effets de ceux produits par l'activité physique.

Avant la puberté, quelques différences mineures sont observables entre les garçons et les filles en ce qui concerne la morphologie corporelle (Marshall & Tanner, 1986). Ce portrait se modifie pendant la période pubertaire puisqu'à l'âge adulte, les hommes sont en moyenne plus lourds et plus grands que les femmes. Ces dernières présentent une masse maigre inférieure et une masse adipeuse supérieure. Durant l'adolescence, les avancés biologiques ont, en moyenne, un gabarit plus imposant que celui des retardés biologiques. La littérature consultée ne fournit pas de détails concernant les relations entre la maturation et l'échelle-O à l'adolescence. En outre, il est possible d'apprendre que cette phase de développement affecte surtout la composante dominante du somatotype (Carter, 1978); le niveau de mésomorphie serait supérieur chez des sujets à maturation rapide tandis que les mésoectomorphes seraient à maturation plus tardive.

Scheider (1985) et Cuerrier (1988) indiquent que la dépense énergétique des enfants occasionnée par des activités intenses et modérées est relativement peu élevée et

que cette réalité est encore plus marquée durant l'adolescence. Ces faits apparaissent troublants alors qu'il est de plus en plus reconnu que l'augmentation de la masse corporelle suit souvent en parallèle une réduction de l'engagement dans des activités physiques plutôt qu'un accroissement de l'apport énergétique (Scheider, 1985; McArdle et al., 1987; Fox et al., 1989). La participation régulière à des activités physiques a généralement pour effet de favoriser la réduction du gras corporel et d'augmenter la masse maigre (Parizkova, 1977 dans Bailey et al., 1986; Thorland et al., 1981; Malina et al., 1982; Scheider, 1985; McArdle et al., 1987). Ces faits doivent amener les éducateurs physiques à vérifier empiriquement, sur une base régulière, le niveau de participation à l'activité physique des adolescents ainsi que leur composition corporelle afin de jouer un rôle actif dans le dépistage et le suivi des cas critiques et d'encourager ceux et celles qui vont bien à persévérer dans leur démarche.

L'évaluation de la participation à l'activité physique par un questionnaire rétrospectif ou prospectif chez les adolescents et les adultes semble être un outil de choix (Leon et al., 1981; Durnin, 1988; Montoye, 1988) bien qu'il ne soit pas sans démontrer un certain degré d'incertitude. Il s'agit de sélectionner celui qui tiendra le mieux en considération, la disponibilité, la motivation et la capacité des sujets à y répondre de façon précise.

L'évaluation de la composition corporelle des adolescents fait quant à elle, l'objet de disputes méthodologiques qui remettent en question la validité des méthodes s'appuyant sur le modèle à deux compartiments (Ross & Ward, 1984; Lohman, 1986; Ross et al., 1987). Il semble que les postulats à sa base comportent des inexactitudes et ne tiennent pas compte du fait reconnu que les enfants et les adolescents sont des êtres

chimiquement immatures. Des alternatives comme l'échelle-O (Ross & Ward, 1984) et le somatotype (Carter et al., 1983), qui relèvent de l'anthropométrie, permettent aux éducateurs physiques sur le terrain d'étudier la composition et la morphologie corporelle des jeunes qu'ils supervisent, à l'aide d'outils valides qui évitent les pièges du modèle à deux compartiments.

Énoncé du problème

L'étude de la composition corporelle des individus rend théoriquement possible la détermination quantitative des principales composantes structurales de l'organisme humain et facilite l'estimation des besoins énergétiques nécessaires à la croissance ainsi qu'à la vie dans différentes conditions. La composition corporelle est principalement déterminée par l'équilibre énergétique. C'est pourquoi de telles analyses sont fréquemment utilisées pour compléter le bilan nutritionnel, pour servir de référence objective dans le cadre de programmes d'amaigrissement, ou encore pour vérifier les conséquences de programmes d'entraînement.

Aujourd'hui, toute la question repose dans la façon d'évaluer la composition et la morphologie corporelle en minimisant l'erreur d'estimation commise. Les techniques valorisées encore à ce jour se basent sur le modèle à deux compartiments qui demande l'acceptation de propositions qui ne respectent pas la réalité de la biologie humaine, empreinte d'une grande variabilité, surtout aux alentours de 13 et 14 ans. Sur ce point, l'intervenant doit se questionner puisque cela influence significativement la composition et la morphologie corporelle ainsi que la capacité physique des adolescents. Bien que plusieurs méthodes d'évaluation de la maturité biologique existent, il faut admettre que celles-ci dépassent, dans la plupart des cas, les ressources financières, matérielles et

théoriques du commun des éducateurs physiques. Des cinq principales manifestations de la puberté, seules celles qui concernent l'anthropométrie des sujets sont accessibles aux professionnels de terrain en éducation physique. Serait-il possible, à l'aide de telles mesures de prédire l'âge osseux de sujets masculins âgés de 13 et 14 ans? Cette nouvelle approche fournirait-elle une estimation plus juste de l'âge osseux que l'indice de McCloy? De plus, connaissant le caractère variable de ces âges, il serait intéressant d'évaluer comment se dessinent les profils anthropométriques des sujets à maturation rapide et de ceux à maturation lente.

En matière d'étude du statut corporel, des alternatives utilisables sur le terrain (en clinique, à l'école et en salle d'entraînement) comme l'échelle-O et le somatotype anthropométrique sont proposées pour pallier au manque apparent de validité des autres méthodes. La revue de littérature réalisée n'a pas permis d'apporter d'éléments nouveaux qui éclaircissent les relations existantes entre le processus de maturation biologique, les composantes de l'échelle-O et la participation à l'activité physique à l'adolescence. Tout au plus, a-t-il été possible de formuler quelques inférences à partir de données rapportées dans une étude s'intéressant aux enfants de 6 à 9 ans. En revanche, plus d'information était disponible au sujet du somatotype. Mais, des incertitudes demeurent encore. Puisque ces deux méthodes mesurent des aspects comparables en utilisant à peu près les mêmes outils, il devient intéressant de se questionner sur le degré de relation pouvant exister entre l'une et l'autre chez des adolescents. Également, l'inclusion, à l'intérieur de cet exercice exploratoire, d'un volet considérant la participation à l'activité physique chez cette clientèle permet de pousser l'analyse un peu plus loin en recueillant des données locales à propos de ce déterminant de la composition corporelle.

Afin d'éclaircir ces aspects, l'auteur propose d'étudier les relations entre l'âge osseux, le somatotype, l'échelle-O, et la participation à l'activité physique chez des adolescents mâles âgés de 13 et 14 ans. De plus, l'auteur entend chercher, à partir d'éléments anthropométriques, un moyen de prédire l'âge osseux.

Formulation des hypothèses

À partir des informations contenues dans l'ensemble de ce texte, il est dès maintenant possible de pousser un peu plus loin les spéculations relatives aux problématiques soulevées. Il apparaît ainsi raisonnable de faire les affirmations suivantes :

1. Il n'y a pas de relation significative entre l'âge osseux et l'âge chronologique chez les adolescents âgés de 13 et 14 ans.
2. Il y a une relation positive et significative entre :
 - a) la maturation biologique et la mésomorphie des sujets;
 - b) la maturation biologique et le poids proportionnel des sujets;
 - c) l'endomorphie et l'adiposité proportionnelle des sujets;
 - d) la participation à l'activité physique et la mésomorphie;
 - e) la participation à l'activité physique et le poids proportionnel des sujets.
3. Il n'y a pas de relation significative entre l'adiposité proportionnelle et le poids proportionnel des sujets.
4. Il y a une relation négative et significative entre :
 - a) la participation à l'activité physique et l'endomorphie;
 - b) la participation à l'activité physique et l'adiposité proportionnelle.
5. Un profil linéaire de certaines variables anthropométriques permet d'expliquer

une proportion significative de la variance de l'âge osseux (maturation biologique) chez les adolescents âgés de 13 et 14 ans.

À des fins de comparaison et sans que cela ne fasse l'objet d'une hypothèse de travail, nous comparons la qualité de l'estimation de l'âge osseux procurée par la méthode anthropométrique (5) avec celle que nous permet d'obtenir l'indice de McCloy.

CHAPITRE II

Méthodologie

Sujets

La participation de 60 sujets masculins âgés de 13 et de 14 ans (12 ans et 9 mois à 14 ans et 3 mois) permet la tenue de cette importante évaluation. Ceux-ci proviennent de la région métropolitaine de recensement (RMR) de Sherbrooke. Ils fréquentent le premier cycle du secondaire. Le consentement éclairé de même que quelques informations personnelles sont obtenues des sujets et de leurs parents préalablement au début de l'expérience. L'école représente, aux fins de cette recherche, l'unité de référence où des enfants d'un milieu socio-économique relativement homogène s'y retrouvent afin de s'instruire.

Bull (1992) indique que l'âge, la classe sociale d'appartenance, la situation sociale et le lieu géographique de résidence sont des facteurs pouvant servir à déterminer le profil de l'alimentation qui, rappelons-le, est l'un des déterminants majeurs de la croissance chez les enfants et les adolescents (Johnston, 1981). C'est en fonction de ces paramètres que la méthode d'échantillonnage de cette étude est conçue. À partir des données produites par Statistique Canada (1987) concernant le recensement de 1986 (les données pour celui de 1991 n'étant pas encore disponibles), le revenu familial moyen, plus ou moins un écart-type, des familles habitant la RMR de Sherbrooke est déterminé. Les subdivisions de recensement (SDR) qui affichent un revenu familial inférieur à la moyenne moins un écart-type sont automatiquement rejetées. De la même façon, sont exclues toutes les subdivisions de recensement qui affichent un revenu familial supérieur au revenu moyen plus un écart-type. À noter que 64,52% (20/31) des

SDR de la RMR de Sherbrooke présentent un revenu familial se situant dans la moyenne plus ou moins un écart-type. Par ailleurs, il faut mentionner que le revenu familial moyen de la RMR de Sherbrooke se situe dans la moyenne supérieure du revenu familial moyen du Québec pour 1985 (Statistique Canada, 1987; Asselin, Dionne, Bellavance & Morissette, 1991). Cette analyse permet de déterminer que trois écoles de niveau secondaire de Sherbrooke se situent à l'intérieur des SDR à revenus moyens alors que les SDR qui leur sont adjacentes ont également cette particularité. L'une de ces écoles est rejetée parce qu'elle offre un programme d'études particulier qui attire plusieurs élèves provenant d'autres SDR que celles à proximité de l'école. Une autre est également rejetée car elle n'offre qu'une formation de deuxième cycle du secondaire.

Les volontaires sont sollicités par l'auteur, à leur école, avec la collaboration des autorités de l'institution. Les participants à l'évaluation sont sélectionnés aléatoirement à l'intérieur du bassin constitué par des volontaires. L'auteur communique avec les sujets choisis pour vérifier leurs intentions de participation. Advenant le désistement de l'un d'eux, le nom est retiré et un autre est sélectionné au hasard. Par la suite, les parents et les sujets sont invités à lire et à signer le formulaire de consentement (annexe 3). Pour participer à cette étude, les sujets doivent déclarer être en bonne santé et n'avoir pas subi d'examens radiologiques qui laissent entrevoir une moyenne de 0,3 rem / semaine ou plus pour les cinq dernières semaines (l'équivalent d'une radiographie de la poitrine par semaine) (Casey, 1962).

Matériel et procédures

Âge chronologique (Ac) et âge osseux (Ao)

La première hypothèse formulée au chapitre 1 annonce l'absence de relations significatives entre Ac et Ao chez les sujets de cet échantillon. Dans le cadre de cette évaluation, ces deux mesures de la maturité sont estimées comme suit :

à l'aide d'un logiciel spécialisé (AOS) utilisé dans le domaine de l'anthropométrie, Ac est déterminé au centième d'année (1/100) près, selon la date de naissance des sujets fournie à l'auteur par l'entremise des listes de l'école.

Le niveau de maturation biologique est déterminé par Ao d'après la méthode de Greulich et Pyle (1959) décrite précédemment. Les sujets à maturation rapide sont ceux qui présentent un Ao ayant un écart positif d'un an ou plus avec Ac. Un Ao se situant à l'intérieur d'un écart de plus ou moins un an de Ac témoigne d'une maturation biologique moyenne. Finalement, si Ao démontre un retard d'un an ou plus sur Ac, cela suggère un développement tardif. L'examen se tient à l'école fréquentée par les sujets. Il est réalisé par une technicienne accréditée et membre du personnel du Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CHUS). Elle s'assure du contrôle de la qualité de l'examen, de la sécurité des sujets et du développement des films. Les radiographies sont prises à l'aide d'un appareil de fluoroscopie portatif de marque Hitachi (type: PT-82-R; année de fabrication: 1974; numéro de série 04193-4). Un expert reconnu du Centre de croissance de l'Université de Montréal se charge de la détermination de l'âge osseux des sujets. La précision de cette mesure est de plus ou moins 1 / 10 d'année.

Composition corporelle et morphologie

Les hypothèses 2.a et 2.b prévoient qu'une relation positive et significative sera trouvée respectivement entre la maturation biologique et la mésomorphie des sujets et entre la maturation biologique et le poids proportionnel. L'hypothèse 2.c laisse entrevoir une relation identique aux deux précédentes entre l'endomorphie et l'adiposité proportionnelle. L'hypothèse 3.1, quant à elle, propose l'absence de relation significative entre l'adiposité proportionnelle (Ap) et le poids proportionnel (Pp). Dans le cadre de cette évaluation, l'endomorphie (Endo), la mésomorphie (MésO) et l'ectomorphie (Ecto) sont estimées à partir du somatotype tandis que le poids proportionnel et l'adiposité proportionnelle sont estimés à partir de l'échelle-O (Heath & Carter, 1966, 1967 dans Carter et al., 1983; Ross & Ward, 1984). Les mesures des plis cutanés, plus sensibles aux erreurs de manipulation que les autres, sont prises par l'auteur alors que les mesures de la masse corporelle, de la taille, des circonférences des membres et des diamètres osseux sont effectuées par une équipe de deux auxiliaires adéquatement formés par l'auteur. Les procédures permettant d'établir le somatotype et l'échelle-O à partir de mesures anthropométriques sont bien connues et standardisées (Carter et al., 1983; Ross & Ward, 1984). Les données sont rapportées sur des feuilles spécialement conçues à cet effet (annexe 4, pp. 1-2). Rappelons que Carter (1978) et Carter et al. (1983) sont d'avis que l'utilisation indépendante des composantes du somatotype peut être appropriée selon ce qui est recherché mais qu'elle implique le risque de dénaturer sa signification. Sailors et Berg (1987) ainsi que Docherty et Gaul (1991) ont utilisé cette procédure par le passé.

La composante d'endomorphie (Endo). Cette composante du somatotype est estimée à partir des plis cutanés du triceps, du sous-scapulaire, de la région supra-iliaque et du mollet. Toutes les mesures sont prises du côté droit du corps à l'aide d'un adiposomètre de type Harpenden (John Bull LTD) précis à $\pm 0,2$ mm. La technique utilisée respecte les critères énoncés par la Société internationale pour l'avancement de la kinanthropométrie (SIAM) (Ross & Ward, 1984). Lorsque tous les plis sont mesurés, ceux du triceps, du sous-scapulaire et de la région supra-iliaque seront additionnés et le total est inscrit dans la case "Total skinfold". La valeur la plus près de celle obtenue est encadrée dans la section de droite "Total skinfold (mm)". Dans la rangée "First component", la valeur se situant exactement sous la précédente est encadrée.

La composante de mésomorphie (Mésomé). Cette composante du somatotype est estimée à partir de la taille, des diamètres osseux de l'humérus et du fémur droit de même que par la mesure des circonférences du bras et du mollet droit. La taille est évaluée à l'aide d'une toise de construction maison précise à ± 1 mm. Les circonférences sont mesurées à l'aide d'un ruban à mesurer de marque Tailorform précis à ± 1 mm et les diamètres osseux le sont à l'aide d'un anthropomètre de marque Holtain LTD précis à ± 1 mm. Tous les résultats obtenus sont inscrits dans leur case respective. Les mesures de circonférences sont corrigées en soustrayant un dixième du résultat de l'adiposité du mollet et du triceps de la mesure de circonférence pour la région concernée.

La valeur la plus représentative de la rangée de droite est encadrée pour chacun des paramètres évalués. La taille devient le point milieu. Les autres valeurs se situant à sa gauche sont considérées comme des écarts négatifs alors que celles de droite,

représentent des écarts positifs. L'écart moyen est obtenu en faisant la somme des écarts (D) et en appliquant la formule suivante : $\text{Mésomorphie} = 4,0 \pm (D / 8)$. La valeur de la deuxième composante est celle qui une fois arrondie à la demi-unité (si nécessaire), est la plus près de quatre.

La composante d'ectomorphie (Ecto). Cette composante du somatotype est estimée par le ratio taille / masse corporelle^{1/3} et ce, à l'aide d'un nomogramme (annexe 4, p.3). La masse corporelle est mesurée à l'aide d'un pèse-personne de marque Déteco précis à $\pm 0,1$ kg. Dans la partie de droite de la feuille d'évaluation, la valeur la plus près de celle trouvée à l'aide du nomogramme est encerclée. Le nombre qui se situe immédiatement sous cette dernière constitue la troisième composante.

L'échelle-O. L'échelle-O prend en considération la taille du sujet (cm), sa masse corporelle (kg) et six plis cutanés (mm). De façon optionnelle, mais fortement suggérée, des mesures de circonférences peuvent être prises afin d'en dériver un indice de musculation. Il faut mesurer l'épaisseur des plis cutanés au niveau du triceps, de la région sous-scapulaire, de la région supra-iliaque, de la région para-ombilicale, du devant de la cuisse et de la partie interne du mollet. Toutes les mesures sont prises du côté droit sauf celle de la région para-ombilicale qui est prise à gauche. Les circonférences sont mesurées à la partie médiane du bras droit, à la partie supérieure de l'avant-bras droit et sur le ventre musculaire du mollet droit. Les outils nécessaires à la prise des mesures permettant l'estimation de l'échelle-O sont les mêmes utilisés pour l'évaluation du somatotype. Les critères de la SIAK sont encore en vigueur.

Étude pilote

La littérature consultée (Ross et al., 1987; Going, 1988) met en évidence le problème soulevé par l'estimation valide et fidèle de la composition corporelle à l'aide des plis cutanés. À ce sujet, Going (1988) est d'avis que la controverse se situe plus au niveau du "comment faire" que du "pourquoi faire" (l'interprétation de la mesure étant également un sujet à débattre). L'utilisation de la technique des plis cutanés présente des avantages liés à son coût réduit et à sa facilité d'utilisation. Sur le terrain, ces attributs sont non-négligeables. Dans le but d'établir le niveau de fiabilité des mesures des plis cutanés, une étude pilote est menée avant l'expérience principale.

L'auteur est impliqué depuis 1992 dans une étude longitudinale en croissance et développement et a déjà eu l'occasion de pratiquer la méthode pré-citée sur quelques 600 sujets. Le projet pilote se déroule auprès de 14 sujets du même âge que ceux qui participent à l'étude principale. Le consentement écrit et informé des sujets et de leurs parents est obtenu préalablement à l'évaluation (annexe 5). Celle-ci consiste en deux séries de deux ou trois mesures des plis cutanés du triceps, du sous-scapulaire, de la région supra-iliaque, de la région para-ombilicale, de la cuisse et du mollet (toute différence supérieure à un millimètre entre les deux premières estimations nécessitant la prise d'une troisième mesure). Par la suite, la moyenne des deux résultats les plus rapprochés est calculée pour chacun des sites. Ces résultats moyens sont traités conformément à la procédure de corrélation intraclasse décrite par Thomas et Nelson (1990).

Participation à l'activité physique

Les hypothèses 2.d et 2.e prévoient qu'il y aura une relation positive et significative entre d'une part, le niveau de participation à l'activité physique (Nap) et Méso et d'autre part, entre le Nap et Pp alors que les hypothèses 4.a et 4.b anticipent qu'une relation négative et significative sera trouvée entre le Nap, Endo et Ap.

Dans cette étude, le questionnaire utilisé par Stephens et Craig (1990) (annexe 6) est mis à contribution. Les niveaux d'activité physique sont indiqués en kilojoules par unité de masse par semaine ($\text{KJ kg}^{-1} \text{ semaine}^{-1}$). Le coût énergétique des activités de loisirs est établi à l'aide des informations présentées à l'annexe 7 et tirées, selon le cas, de McArdle et al. (1987) ou de Romanowsky (1990). Notons que ces valeurs sont des moyennes qui ne tiennent pas en considération l'habileté, l'allure et le niveau d'excellence physiologique des sujets.

Des informations obtenues par Mahadeva, Passmore & Woolf (1953) à partir d'un échantillon de 50 sujets des deux sexes, européens et asiatiques, âgés entre 13 et 79 ans, démontrent que le coût métabolique des activités physiques est directement proportionnel à la masse corporelle des sujets, les autres facteurs tels que l'âge, le sexe, l'aire de surface corporelle, la race et l'alimentation ne contribuant pas significativement à l'amélioration de la prédiction du coût énergétique des activités. De telles conclusions sont également rapportées dans Passmore et Durnin (1955) et dans McArdle et al. (1987). D'autres auteurs (Groupe d'étude de Kino-Québec sur le système de classification de la dépense énergétique (GSQ), 1979) suggèrent qu'à l'intérieur de certaines limites, l'âge représente une source de variation négligeable n'influençant pas les approximations des coûts énergétiques. De surcroît, l'indication en valeur relative du

coût énergétique des activités physiques fait en sorte de réduire les variations pouvant être observées entre les individus et ce, quels que soient leur âge, leur sexe, leur race et leur masse corporelle (Mc Ardle et al., 1987).

Torun, Chew & Mendoza (1983) ont constaté que le coût énergétique d'activités physiques sélectionnées, exprimé en unité de masse corporelle (valeur relative), chez les enfants d'âge pré-scolaire (2-3 ans) est supérieur à celui mesuré chez les adultes. Les différences les plus significatives ont été mesurées au cours d'activités moins exigeantes sur le plan énergétique. Elles se sont atténuées mais, sont demeurées significativement supérieures lors d'activités plus intenses. Les auteurs concluent à l'inadéquation des valeurs adultes dans le but d'apprécier la dépense énergétique de jeunes enfants d'âge pré-scolaire et proposent, pour en faire une estimation valide lors d'activités légères, modérées et intenses, que le métabolisme de base des enfants soit respectivement multiplié par des facteurs de 1,2, 2 et 2,5. Ces informations permettent certainement de nuancer les informations présentées auparavant. Néanmoins, dans le cadre de cette étude qui s'intéresse particulièrement aux adolescents de 13 et 14 ans, il demeure vraisemblable que A_c représentera effectivement une source de variation relativement négligeable.

Maturité biologique

L'hypothèse 5 laisse entrevoir la possibilité d'expliquer une proportion significative de la variance de A_o à partir de variables anthropométriques et de comparer ces résultats à ceux de l'indice de McCloy (Ind.) Ces éléments ont tous été décrits plus tôt dans ce chapitre.

Calcul de l'indice de McCloy. L'indice de McCloy (dans Barrow & McGee, 1967) date des années 1930. Il a été longtemps utilisé dans le but de classer les participants à des activités sportives à l'intérieur de groupes plus homogènes, ou encore de permettre à des concurrents d'âges différents de compétitionner sans que ceux ayant des niveaux de développement moins avancés ne soient trop désavantagés par leur gabarit et leurs capacités physiques inférieurs. Originellement, l'indice de McCloy fournissait un quotient athlétique qui indiquait, en termes de pourcentage, l'écart de l'étudiant par rapport à la moyenne relative à son gabarit et à son niveau de maturité. Dans le cadre de cette étude, nous n'utilisons que l'index de classification 1, défini par l'équation suivante : $20A + 6H + W$, où A représente l'âge chronologique (an), H représente la taille en pouces (un pouce équivaut à 2,54 cm) et W représente la masse corporelle en livres (une livre équivaut à 454 grammes). L'annexe 8 permet de trouver le résultat de $20A + 6H$ sans effectuer de calcul. Il ne reste qu'à ajouter la masse corporelle à cette formule. L'utilisateur de cette table doit sélectionner l'âge du sujet en fonction de la dernière demi-année complétée et la taille, en ne considérant que la dernière unité complète.

Traitement statistique des données

Le traitement statistique des données est assuré par les logiciels Minitab 8 et AOS (lorsque l'échelle-O et le somatotype sont considérés). Le niveau de signification retenu est de $\alpha = ,05$. Afin de vérifier les hypothèses 1 à 4.b, des corrélations simples ("Pearson product moment correlation") sont trouvées entre l'âge osseux (Ao), l'âge chronologique (Ac), l'endomorphie (Endo), la mésomorphie (Méso), l'ectomorphie (Ecto), l'adiposité proportionnelle (Ap), le poids proportionnel (Pp), le niveau d'activité

physique (Nap), la taille (T), la masse corporelle (Mc), la somme des six plis cutanés (Sspc), la somme des trois circonférences (Stc) et la somme des deux diamètres (Sdd) pour tout le groupe.

Dans le but de préciser les hypothèses 1, 2.a et 2.b et de tracer un profil de la composition et de la morphologie corporelle des sujets retardés et avancés sur le plan biologique, le groupe est arbitrairement séparé de façon à retenir, pour fins d'analyse, les sujets affichant un degré de maturation parmi les 25% supérieurs et ceux qui se situent parmi les 25% inférieurs. Les données obtenues auprès des deux groupes concernant Ao, Ac, Endo, Méso, Ecto, Ap et Pp sont mises en relation en calculant les coefficients de corrélation de Pearson. Afin de déterminer s'il existe des différences significatives entre les corrélations, le score z de Fisher pour échantillons indépendants est calculé.

La vérification de l'hypothèse 5 nécessite l'utilisation de la procédure de régression multiple par étape ("stepwise multiple regression"). L'âge osseux est prédit grâce à la sélection d'éléments anthropométriques qui se sont avérés hautement corrélés avec Ao (critère). La procédure de régression multiple par étape employée par le logiciel Minitab 8 exécute automatiquement la sélection des meilleurs prédicteurs. Les mesures brutes telles T, Mc, Sspc, Stc et Sdd sont privilégiées aux composantes d'indices (Méso, Ap, etc.) car ces dernières incorporent fréquemment plusieurs éléments qui peuvent interférer les uns avec les autres. Par la suite, une analyse des résidus est effectuée.

La qualité de l'estimation de l'âge osseux procurée par la méthode anthropométrique et l'indice de McCloy est comparée en calculant le coefficient de corrélation de Pearson entre chacune de ces mesures et l'âge osseux, puis en examinant

la proportion de la variance de cette variable critère expliquée par l'une et l'autre. Le calcul du score z de Fisher pour échantillons dépendants permettra d'établir s'il existe des différences significatives entre les deux méthodes d'estimation.

CHAPITRE III

Présentation des résultats

Avant de procéder à l'étape de la présentation des résultats, l'auteur désire souligner quelques modifications méthodologiques relatives à la sélection des sujets, à l'étude pilote préalablement conduite ainsi qu'à la cueillette des informations quant à la participation à l'activité physique de ces sujets.

Sélection des sujets

Il a été expliqué que les sujets seraient sélectionnés aléatoirement à l'intérieur d'un bassin de sujets volontaires constitué par l'auteur à partir des listes d'élèves fournies par la direction de l'école impliquée dans cette recherche. Un bassin de 120 noms d'élèves répondant au critère d'âge pré-déterminé a été constitué. Lors de la première séance d'information seulement 97 des sujets sélectionnés se sont présentés à cette réunion. Chacune de ces personnes a donc reçu un formulaire de consentement. De ce nombre, 35 ont été retournés (tous positifs) à la date limite indiquée. Ce taux de réponse de la part des sujets représentait une menace à la validité externe de l'étude. L'auteur a donc sélectionné au hasard d'autres sujets sur la liste déjà établie et communiqué avec eux pour vérifier s'ils étaient disposés à reconsidérer leur position. Cette démarche s'est avérée fructueuse puisque 20 candidats supplémentaires se sont ajoutés aux 35 premiers. Cette étude a donc été conduite auprès de 55 sujets au lieu de 60 tel que prévu au départ. Ce dernier chiffre avait été arrêté en fonction d'un ratio variable-sujets de 1 : 10 (Thomas & Nelson, 1990) afin d'assurer la généralisation des résultats découlant de l'analyse de régression multiple. Une étude pilote menée

a posteriori avec des données relatives à l'âge osseux produites par Bouchard et al. (1968) révèle cependant que l'échantillon devra compter minimalement 52 sujets (annexe 9).

Étude pilote

L'étude pilote décrite précédemment doit servir à vérifier l'habileté de l'auteur à mesurer de façon fidèle les plis cutanés d'adolescents de 13 et 14 ans. Elle s'est tenue dans une école secondaire de Sherbrooke, différente de celle où s'est déroulée l'évaluation principale, auprès de 14 sujets (un désistement) âgés de 13 et 14 ans dont le consentement écrit a été préalablement obtenu. L'examen réitératif a eu lieu dans la même journée, à environ 40 minutes d'intervalle. Le calcul du coefficient de corrélation intraclasse (Thomas & Nelson, 1990) montre un très bon niveau de fiabilité ($R = 0,943$) dans la prise de mesure des plis cutanés de tels sujets (annexe 10).

Questionnaire sur la participation à l'activité physique

Les informations sur la participation à l'activité physique des sujets durant les loisirs sont recueillies à l'aide du questionnaire de Stephens & Craig (1990). Sur les 55 distribués, 47 (85,45%) contribuent à l'analyse. Trois des huit questionnaires ont été rejetés parce qu'ils étaient incomplets ou remplis de façon non conforme; deux ont été perdus par les sujets et trois n'ont pas été retournés malgré les démarches répétées de l'auteur.

Présentation des données et de leur traitement statistique

Le tableau 2 présente les statistiques descriptives de l'ensemble des variables de cette étude. Les constats sont énumérés suivant la même numérotation utilisée pour les hypothèses.

Tableau 2

Statistiques descriptives des variables de l'étude

	Ac (an)		Ao (an)	Endo	Méso	Ecto	Ap (mm)	Pp (Kg)
<i>Md</i>	13,85	\bar{x}	13,99	3,30	4,79	3,07	90,87	61,40
	-----	s	0,99	1,73	1,05	1,36	45,48	8,38
<i>n</i>	55,0	n	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
	T (cm)		Mc (kg)	Sdd (cm)	Stc (cm)	Sspc (mm)	Nap (KJ/kg.sem)	Ind.
\bar{x}	162,90		54,40	16,21	85,63	87,20	58,56	769,0
s	8,78		11,85	1,14	8,31	43,39	41,30	48,44
n	55,0		55,0	55,0	55,0	55,0	47,0	55,0

Note 1. Ac : âge chronologique; Ao : âge osseux; Endo : endomorphie; Méso : mésomorphie; Ecto : ectomorphie; Ap : adiposité proportionnelle; Pp : poids proportionnel; T : taille; Mc : masse corporelle; Sdd : somme des deux diamètres; Stc : somme des trois circonférences; Sspc : Somme des six plis cutanés; Nap : niveau d'activité physique; Ind. : indice de McCloy.

Note 2. Le nombre en italique donne la médiane (Md) de Ac.

1. La médiane de l'âge chronologique est de 13,85 ans et l'âge osseux (Ao) moyen est de $13,99 \pm 0,99$ ans. Ac n'est pas distribuée normalement. En réalité, lorsque que la distribution est illustrée sous forme d'un histogramme (figure 1) il est possible de noter que celle-ci est d'allure bimodale. Pour sa part, Ao est normalement distribué. Le calcul du coefficient de corrélation non-linéaire η^2 (Bissonnette, 1992) (tableau 3) montre que ces deux variables sont fortement reliées entre elles ($\eta^2 = 0,849$; $p = ,01$).

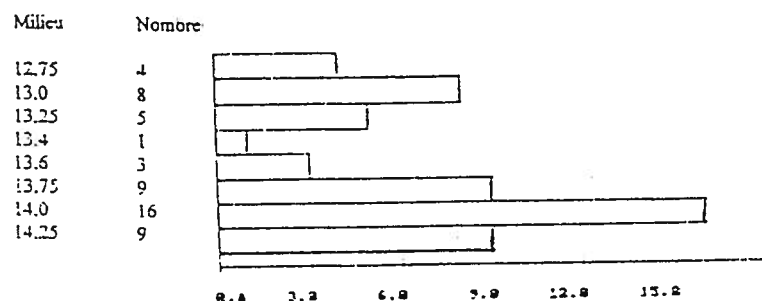


Figure 1. Distribution de la fréquence des données de l'âge chronologique (Ac).

Tableau 3

Relations entre les variables de l'étude

	Mc	T	Sdd	Stc	Sspc	Ind.	Ap	Ac
T	0,772*	-----						
Sdd	0,687*	0,710*	-----					
Stc	0,916*	0,600*	0,590*	-----				
Sspc	0,615*	0,189	0,227	0,691*	-----			
Ind.	0,929*	0,924*	0,690	0,788*	0,405*	-----		
Ap	0,542*	0,090	0,152	0,644*	0,994*	0,314+	-----	
Ac	0,143	0,843*	0,309+	0,020	0,417*	0,779*	0,405*	-----
Endo	0,637*	0,220	0,256	0,707*	0,979*	0,429	0,970*	-0,038
Méso	0,489*	0,016	0,490*	0,665*	0,465*	0,233	0,473*	-0,156
Ecto	-0,615*	-0,041	-0,205	-0,744*	-0,696*	-0,336+	-0,706*	0,097
Pp	0,677*	0,067	0,238	0,776*	0,756*	0,337*	0,763*	-0,077
Nap	0,097	0,227	0,108	0,175	-0,040	0,199	-0,053	0,237
Ao	0,660*	0,695*	0,478*	0,611*	0,171	0,721	0,109	0,849*
		Endo	Méso	Ecto	Pp	Nap		
Méso		0,489*	-----					
Ecto		-0,717*	-0,797*	-----				
Pp		0,757*	0,760*	-0,946*	-----			
Nap		-0,049	-0,014	0,093	-0,085	-----		
Ao		0,201	0,183	-0,253	0,284+	0,022		

Note. *: est significatif à $p \leq ,01$;

+: est significatif à $p \leq ,05$;

nombres en italique: corrélation non-linéaire χ^2 .

Toutefois, lorsque les sous-groupes à maturité biologique avancée ($n=14$) et à maturité retardée ($n=14$) sont examinés (tableau 4) de plus près, il est possible de noter que la relation entre A_c et A_o chez le premier sous-groupe est faible et non-significative ($\mathcal{N}^2 = 0,213$) mais que celle observable au niveau du deuxième sous-groupe s'avère plus élevée et significative ($\mathcal{N}^2 = 0,810$). Il n'est pas possible de vérifier si les deux corrélations sont différentes l'une de l'autre étant donné que la procédure de Fischer ne concerne que la transformation de la corrélation de Pearson (r) en scores z et qu'il s'agit, dans ces deux cas, d'une corrélation non-linéaire (\mathcal{N}^2).

Tableau 4

Relations entre certaines variables de l'étude en fonction du niveau de maturité biologique (A_o)

	Avancés biologiques ($n=14$)	Retardés biologiques ($n=14$)	z statistique de Fisher
A_c	0,213	0,810*	
P_p	-0,617 ⁺	0,580 ⁺	z obtenu: 0,020 < z table: 1,96
A_p	-0,589 ⁺	0,427	z obtenu: 0,170 < z table: 1,96
$Endo$	-0,498	0,416	z obtenu: 0,250 < z table: 1,96
$Méso$	-0,426	0,491	z obtenu: 0,192 < z table: 1,96
$Ecto$	0,606 ⁺	-0,405	z obtenu: 0,272 < z table: 1,96

Note. + : significatif à $p \leq 0,05$

* : significatif à $p \leq 0,01$

italique : corrélation non-linéaire

2.a L'indice de mésomorphie ($Méso$) moyen de cet échantillon est de $4,79 \pm 1,05$ (tableau 2). Le premier niveau d'analyse concerne l'ensemble de l'échantillon. Il appert que A_o est positivement et non-significativement relié à $Méso$ ($r = 0,183$) (tableau 3). La direction de la relation correspond à ce qui a été prévu. L'analyse des résidus montre que deux observations inhabituelles présentent des écarts supérieurs à ± 2 écarts-types.

Le fait de les retirer n'a pas pour effet de réduire ni d'augmenter l'importance de la relation de façon significative. Lorsque le lien entre ces deux mêmes variables est considéré, cette fois en fonction des deux sous-groupes de maturité biologique (tableau 4), il est possible de remarquer que la relation est négative et non-significative pour les avancés biologiques ($r = -0,426$) tandis qu'elle est positive et non-significative pour le second groupe ($r = 0,491$). Le calcul du z statistique de Fischer indique que ces deux corrélations ne sont pas différentes sur le plan statistique (z obtenu: $0,192 < z$ table: $1,96$).

2.b Le tableau 2 permet de constater que le poids proportionnel (Pp) moyen pour l'ensemble de l'échantillon est de $61,40 \text{ kg} \pm 8,38 \text{ kg}$. À l'aide du tableau 3, il est possible de s'apercevoir que Pp est lié positivement et de façon significative ($r = 0,284$; $p \leq ,05$) à l'âge osseux. Cependant, lorsque ces paramètres sont investigués en tenant compte des sous-groupes de maturité (tableau 4), la corrélation devient négative et significative ($-0,617$; $p \leq ,05$) en ce qui concerne les avancés biologiques et positive et significative ($0,580$; $p \leq ,05$) pour les retardés biologiques.

2.c Le niveau d'endomorphie (Endo) moyen de l'ensemble des sujets de cette étude est de $3,30 \pm 1,73$ et l'adiposité proportionnelle (Ap) moyenne est de $90,87 + 45,48 \text{ mm}$ (tableau 2). L'analyse corrélationnelle (tableau 3) révèle que Endo et Ap sont positivement et significativement reliés entre eux ($r = 0,970$; $p \leq ,01$) (tableau 3). Ce fait est également retrouvé de façon comparable chez les retardés biologiques ($r = 0,975$; $p \leq ,01$), les avancés biologiques ($r = 0,972$; $p \leq ,01$), les sujets physiquement actifs ($0,983$; $p \leq ,01$) et les sujets physiquement inactifs ($r = 0,964$; $p \leq ,01$).

2.d Les participants à cette étude affichent un niveau de participation à l'activité physique durant les loisirs (Nap) de $58,56 \pm 41,30 \text{ KJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{semaine}^{-1}$ (tableau 1). D'après les critères de Stephens & Craig (1990), il s'agit d'un niveau de participation modéré. L'analyse globale démontre que le lien entre Nap et Méso est non-significatif et négatif ($r = -0,014$). Ce résultat va complètement à l'opposé de ce qui a été prévu. Lorsque les sous-groupes actif ($\geq 87,99 \text{ KJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{semaine}^{-1}$) et inactif ($\leq 44,03 \text{ KJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{semaine}^{-1}$) sont investigués de plus près (tableau 5), il est possible de noter, d'une part, que la relation entre Méso et Nap s'avère positive et significative ($r = 0,718$; $p \leq ,01$) chez le groupe des sujets actifs et qu'elle se veut, d'autre part, négative et significative ($-0,680$; $p \leq ,01$) chez les sujets inactifs. Il n'y a pas de différence significative entre ces deux corrélations (z obtenu: $0,315 < z$ table: 1,96).

Tableau 5

Relations entre certaines variables de l'étude en fonction du niveau de participation à l'activité physique (Nap)

	Sujets actifs (n = 14)	Sujets inactifs (n = 23)	z statistique de Fischer
Ap	0,155	-0,314	z obtenu: $0,467 < z$ table: 1,96
Pp	0,479	-0,335	z obtenu: $0,467 < z$ table: 1,96
Endo	0,282	-0,259	z obtenu: $0,058 < z$ table: 1,96
Méso	0,718*	-0,680*	z obtenu: $0,315 < z$ table: 1,96

Note: *: significatif à $p \leq ,01$

2.e Le tableau 2 permet de constater que le lien entre Pp et Nap est négatif et non-significatif ($r = -0,085$). Une relation semblable mais, un peu plus élevée, peut être

retrouvée entre ces variables chez les sujets qualifiés d'inactifs ($r = -0,335$) (tableau 5) tandis que chez les sujets actifs, le lien entre Pp et Nap est positif et plus fort, sans devenir significatif ($r = 0,479$). Ici encore, les liens ont la même importance statistique (z obtenu: $0,467 < z$ table: 1,96).

3. L'analyse globale effectuée auprès de l'ensemble des sujets montre que Ap et Pp sont positivement et significativement reliés ($0,763$; $p \leq ,01$) (tableau 6). Une telle relation correspond approximativement à celle rapportée par Auger en 1992 ($r = 0,701$; $p \leq ,05$) au sujet d'enfants de six à neuf ans. Chez les participants qualifiés de physiquement actifs, la relation entre Ap et Pp baisse à $r = 0,670$ ($p \leq ,05$) et s'accroît jusqu'à $r = 0,855$ ($p \leq ,01$) chez les inactifs (tableau 6). Ces deux corrélations ne sont pas statistiquement différentes pour un alpha égal à ,05 (z obtenu: $1,19 < z$ table: 1,96). Un troisième niveau d'analyse considère la relation entre Ap et Pp en fonction du niveau de maturité biologique. Les résultats obtenus auprès des 14 sujets dont le développement biologique est plus avancé et des 14 plus retardés sur le plan biologique montrent que la relation entre Ap et Pp chez les premiers est de $r = 0,759$ ($p \leq ,01$) et de $r = 0,713$ ($p \leq ,01$) chez les seconds (tableau 6). Ces relations n'apparaissent pas significativement différentes selon le test z de Fischer (z obtenu: $0,233 < z$ table: 1,96). À noter que les avancés biologiques présentent des valeurs élevées à la fois pour Ap et Pp tandis que des valeurs plus faibles pour ces mêmes paramètres sont observables chez les sujets physiquement actifs. Mentionnons également que les sujets avancés biologiquement sont significativement plus grands et plus lourds que les retardés biologiques (tableau 7).

Tableau 6

Relations, moyennes et écarts-types pour l'adiposité proportionnelle (Ap) et le poids proportionnel (Pp) selon les différents niveaux d'analyse

	Ap (mm)	Pp (kg)	r de Pearson
Analyse globale			
\bar{x} et s	90,87 \pm 45,48	61,40 \pm 8,38	
corrélation			0,763*
Ao avancé			
\bar{x} et s	101,60 \pm 47,40	64,55 \pm 7,18	
corrélation			0,759 *
Ao retardé			
\bar{x} et s	90,50 \pm 47,50	58,48 \pm 7,00	
corrélation			0,713*
Actifs			
\bar{x} et s	85,45 \pm 49,16	59,72 \pm 6,43	
corrélation			0,670*
Inactifs			
\bar{x} et s	88,67 \pm 49,21	61,26 \pm 9,04	
corrélation			0,855*

Note: *: significatif à $p \leq ,01$.

Tableau 7

Différences de moyennes pour la taille (T) et la masse corporelle (Mc) entre les avancés biologiques et les retardés biologiques

	Ao avancé <u>M \pm SD</u>	Ao retardé <u>M \pm SD</u>	t de student indépendant (dl = 26)
T (cm)	168,94 \pm 8,32	157,47 \pm 8,51	t = 3,61; p = 0,0013
Mc (kg)	63,30 \pm 8,96	47,10 \pm 11,30	t = 4,21; p = 0,0003

4.a La relation trouvée entre Nap et Endo est de $r = -0,049$. Il s'agit d'une très faible relation dirigée dans la direction prévue. L'analyse des résidus montre que deux observations inhabituelles présentent des résidus standards supérieurs à 2 écarts-types.

Leur retrait fait grimper la corrélation à $r = -0,125$ mais, elle reste sous le seuil de signification. Une autre observation inhabituelle influence grandement la relation par le fait que ce sujet a un très faible Nap et une très haute valeur pour Endo. Son retrait fait chuter la relation entre les deux variables de $r = -0,049$ à $r = -0,001$. La relation s'accroît de façon appréciable et statistiquement comparable (tableau 5) lorsque les groupes des sujets physiquement inactifs ($r = -0,259$) et celui des physiquement actifs ($r = 0,282$) sont observés. Toutefois, les corrélations demeurent sous le seuil de signification.

4.b En ce qui concerne la relation entre Nap et Ap, le tableau 2 montre que le lien est de $r = -0,053$. Encore ici, il s'agit d'une très faible corrélation qui s'oriente dans la direction prévue par l'auteur. L'analyse des résidus permet de dégager les trois mêmes observations inhabituelles qu'à l'hypothèse précédente. Le retrait des valeurs du premier sujet ayant à la fois un haut niveau de Ap et de Nap fait s'élever la relation à $r = -0,125$ bien qu'elle demeure non-significative. Une analyse de cette relation auprès des sous-groupes du Nap (tableau 5) montre qu'elle s'accroît considérablement sans devenir significative chez les inactifs ($r = -0,314$) et qu'elle demeure très faible et positive chez les actifs ($r = 0,155$). Les deux mesures sont semblables sur le plan statistique (tableau 5).

5. La taille ($T : 162,91 \pm 8,78$ cm), la masse corporelle ($Mc : 54,40 \pm 11,85$ kg), la somme des trois circonférences ($Stc : 85,63 \pm 8,31$ cm), la somme des deux diamètres ($Sdd : 16,21 \pm 1,14$ cm) et la somme des six plis cutanés ($Sspc : 87,20 \pm 43,39$ mm) sont les cinq prédicteurs retenus pour effectuer une analyse de régression multiple à l'aide d'éléments anthropométriques. Cette procédure a pour but de permettre

d'expliquer une proportion significative de la variance de Ao chez les adolescents de 13 et de 14 ans.

La procédure de régression multiple par étape du logiciel Minitab 8 ne conserve, pour établir son meilleur modèle, que trois des cinq prédicteurs proposés (tableau 8). La taille semble être le meilleur de ceux-ci car, elle explique 48,29% de la variance de Ao tandis que Stc et Sspc ne contribuent qu'à 5,91% et 4,18% respectivement. L'équation de régression multiple permet d'expliquer 58,38% ($p \leq ,05$) de la variance de Ao ($F = 23,84$; dl (3,54)).

Tableau 8

Sommaire de l'analyse de régression par étape entre les variables prédictrices et l'âge osseux (Ao)

Étapes	Variables	R	R ²	t
1	Taille (T)	0,69	0,48	3,30
2	Somme des trois circonférences (Stc)	0,73	0,54	3,49
3	Somme des six plis cutanés (Sspc)	0,76	0,58	-2,26

Note. $F_{(3,54)} = 23,84$; $p \leq ,05$

$$Ao = 1,266 + 0,046 T + 0,069 Stc - 0,0068 Sspc$$

Quatre observations inhabituelles sont signalées. Trois d'entre elles ont des écarts des résidus standards supérieurs à ± 2 écarts-types alors que la dernière signale une valeur exerçant une grande influence sur le modèle puisque celle-ci réfère à un sujet affichant un Ao de 15,17 ans et une T de 191,0 cm. En enlevant deux des trois données affichant des écarts-types importants, la valeur prédictive du modèle s'améliore de façon significative pour passer à 63,17% ($F = 28,01$; dl = (3, 52)) (tableau 9).

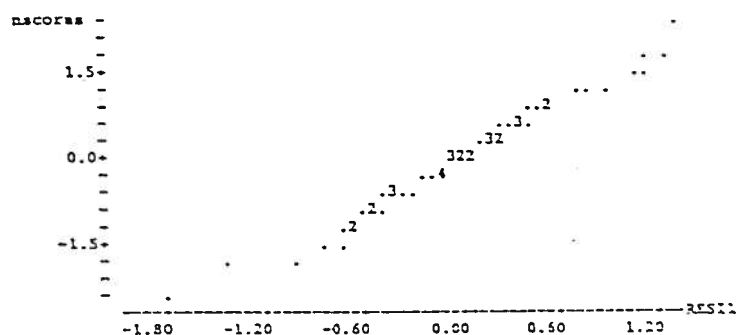


Figure 2. Distribution des résidus (Resi1) en fonction des scores cumulés (nscores) de l'analyse de régression multiple

Tableau 9

Sommaire de la seconde analyse de régression par étape entre les variables prédictrices et l'âge osseux (Ao)

Étapes	Variables	R	R ²	t
1	Taille (T)	0,71	0,51	3,45
2	Somme des trois circonférences (Stc)	0,75	0,57	3,97
3	Somme des six plis cutanés (Sspc)	0,79	0,63	-2,71

Note. $F_{(3,52)} = 28,01$; $p \leq ,01$

$$Ao = 1,075 + 0,044 T + 0,075 Stc - 0,0076 Sspc$$

L'indice de McCloy calculé est positivement et significativement relié à Ao ($r = 0,721$; $p \leq ,01$) (tableau 3). La qualité de la prédiction de Ao procurée par la méthode anthropométrique est significativement supérieure à celle procurée par l'indice de McCloy (t obtenu: $2,22 > t$ table 2,00); l'écart s'élevant à 11,17%.

CHAPITRE IV

Discussion des résultats

Dans le cadre de ce chapitre, l'analyse et l'interprétation des résultats décrits à la section précédente sont présentées de façon claire et ordonnée en identifiant chacune des hypothèses préalablement à l'analyse et la discussion. Les conclusions et recommandations spécifiques aux hypothèses sont, s'il y a lieu, formulées à l'intérieur de leur discussion propre.

1. Il n'y a pas de relation significative entre l'âge osseux et l'âge chronologique chez les adolescents de 13 et 14 ans.

La littérature indique que le début de l'adolescence correspond à une grande variabilité dans le développement biologique (Bouchard et al., 1968; Tanner, 1987). Un écart pouvant s'étendre jusqu'à environ 67 mois peut être retrouvé entre le sujet le plus développé et celui le moins développé. Cette étude supporte ce fait puisqu'un écart de 62 mois est rapporté. Alors, la valeur élevée de la corrélation entre Ac et Ao s'avère inattendue. Elle est supérieure à celle rapportée par Auger (1992) pour des enfants de 6 à 9 ans. Il a fallu séparer les sujets en deux groupes extrêmes; les avancés biologiques et les retardés biologiques, pour trouver des résultats plus cohérents avec la littérature et confirmer, en deuxième analyse, l'hypothèse 1. Le fait qu'en premier lieu Ac et Ao soient si hautement reliés apparaît difficile à justifier. Nous croyons que seul l'effet du hasard peut être mentionné.

2.a Il y a une relation positive et significative entre la maturation biologique et la mésomorphie des sujets.

Il ressort de cette étude que l'hypothèse 2.a, concernant le lien entre Ao et Méso, ne peut être confirmée, peu importe le niveau d'analyse regardé. Ce résultat apparaît également difficile à justifier car, malgré que toutes les opinions à ce sujet ne concordent pas, des faits rapportés par Carter (1978), de même que par Beunen et al. (1986), laissaient entrevoir que la relation entre ces deux paramètres aurait dû être positive et significative. Nous savons maintenant que ce n'est pas le cas puisqu'à l'analyse globale, ces variables sont positivement et non-significativement reliées entre elles pour l'étude actuelle. Nous pouvons observer que la corrélation s'élève, sans devenir significative, lorsque les sous-groupes de maturité sont scrutés de plus près. Il est alors possible de noter, chez les avancés biologiques, que la relation devient négative. Une explication plausible de ce fait est que la taille significativement supérieure de ces sujets (tableau 7) de même qu'un développement musculaire encore faible à cet âge peut avoir négativement influencé la relation. L'indice de mésomorphie est un indice de muscularité relatif à la taille de l'individu. Si celui-ci est grand, ou qu'il grandit vite, le point milieu servant au calcul de la composante de mésomorphie se voit décalé vers la droite. Ceci accroît la possibilité que se créent des écarts négatifs entre les autres paramètres constituant Méso et la mesure de base donnée par la taille. Dans ce cas, une réduction plus ou moins prononcée du somatotype peut survenir comme cela s'est probablement produit dans l'étude de Sailors & Berg (1987) déjà décrite .

2.b Il y a une relation positive et significative entre la maturation biologique et le poids proportionnel des sujets.

À la lumière de nos résultats, cette hypothèse se voit confirmée dans le cas de l'analyse globale, bien qu'il faille reconnaître que le coefficient de détermination soit faible ($r^2 = 0,08$). Un regard au niveau des sous-groupes de maturité biologique permet de constater que les corrélations augmentent considérablement au point d'être toutes deux significatives en dépit de la plus petite taille des échantillons ($n = 14$). Comme pour l'hypothèse précédente, la corrélation trouvée chez les avancés biologiques est négative. Il est possible que l'augmentation en taille des sujets soit proportionnellement supérieure au développement musculaire et adipeux. Il ressort que plus la taille d'un sujet a une valeur élevée, plus le quotient produit en divisant la taille du modèle de référence (170,18 cm) par celle du sujet évalué devient faible, s'approche et même, dans quelques cas, devient une fraction. Lorsque le quotient est élevé au cube $(170,18 / T)^3$, un résultat entier se verra augmenté alors que s'il s'agit d'une fraction, la valeur diminuera en fonction de l'exposant. Les résultats inscrits au tableau 3 indiquent qu'une relation positive et significative existe entre T et Ao, ce qui contribue à expliquer le signe négatif de la relation entre Ao et Pp obtenue dans le cas des avancés biologiques pour la présente étude. Il serait pertinent de renouveler cette même évaluation chez des sujets approchant la maturité biologique finale afin d'observer si la taille exerce une influence comparable à ce que nous obtenons ici sur le modèle de proportionnalité.

2.c Il y a une relation positive et significative entre l'endomorphie et l'adiposité proportionnelle des sujets.

Endo et Ap sont des mesures d'adiposité corporelle relativement comparables et fortement et positivement reliées à Sspc (tableau 3). Il est annoncé, à l'hypothèse 2.c, qu'une relation positive et significative sera trouvée entre ces variables. Tous les niveaux d'analyse démontrent que c'est le cas. Les relations obtenues entre Endo et Ap n'apparaissent donc pas surprenantes même si la littérature consultée ne fournit pas d'indications précises en ce sens.

2.d Il y a une relation positive et significative entre la participation à l'activité physique et la mésomorphie des sujets

Le faible lien négatif trouvé entre Méso et Nap à l'analyse globale a un caractère inattendu (tableau 3) et semble aller totalement à l'encontre des faits rapportés par Carter (1978), Bailey et al. (1986), ainsi que par Fox et al. (1989) concernant les effets et les relations qui existent entre l'activité physique, la composition corporelle et la morphologie. Une analyse plus approfondie menée auprès des sous-groupes physiquement actifs et physiquement inactifs montre toutefois un lien positif et significatif entre Méso et Nap pour le premier sous-groupe et une relation négative et significative pour le second sous-groupe. L'hypothèse 2.d se voit donc totalement confirmée lorsque l'examen des résultats devient plus spécifique aux sujets physiquement actifs et partiellement confirmée, en ce qui a trait aux sujets physiquement inactifs.

D'autres raisons peuvent être avancées dans le but d'expliquer les résultats obtenus. Elles s'appliquent à l'ensemble des observations qui concernent le Nap des sujets de cette étude. D'abord, rappelons que tous les questionnaires portant sur la participation à l'activité physique durant les loisirs n'ont pas été inclus à l'intérieur de l'analyse. L'erreur ainsi créée demeure par contre difficile à apprécier. Ensuite, il faut soulever la problématique concernant la relative imprécision de l'outil de mesure. Bien que la fidélité du questionnaire utilisé (Stephens & Craig, 1990) ait été établie entre 73% et 83%, nous devons souligner que les informations fournies par les sujets à propos de l'intensité de leurs efforts demeurent subjectives et qu'elles se sont avérées difficiles à juger. Cela peut avoir pour conséquence de réduire le niveau de discrimination inter- sujet concernant la dépense énergétique. Il serait donc profitable aux prochains évaluateurs qui s'attarderont à cette question de prévoir, comme le suggèrent Reiff et al. (1967) de même que Taylor et al. (1978), appuyer l'administration de leur questionnaire par une entrevue visant à préciser les informations recueillies.

2.e Il y a une relation positive et significative entre la participation à l'activité physique et le poids proportionnel des sujets.

L'analyse corrélationnelle globale révèle que Pp et Nap sont reliés de façon négative et non-significative (tableau 3). Ceci infirme totalement l'hypothèse 2.e. Les corrélations calculées auprès des sous-groupes d'activité physique (tableau 5) se veulent considérablement plus élevées bien que non-significatives. Les mêmes explications concernant le développement en taille, en musculation, et le niveau moyen d'activité physique, peuvent être évoquées à ce sujet. En outre, il apparaît nécessaire de se questionner sur l'orientation des corrélations. La relation entre Pp et Nap n'a pas été

spécifiquement abordée lors de la revue de littérature comme le furent les variables discutées à l'hypothèse précédente. Des informations, auxquelles il manque quelques nuances, suggèrent qu'une relation inverse existe entre la masse corporelle et la participation à l'activité physique. Dans ce cas, cela peut contribuer à justifier la direction de la relation trouvée entre Pp et Nap chez les sujets physiquement inactifs ainsi qu'en ce qui concerne le résultat de l'analyse globale, sans que cela ne nous éclaire davantage sur la relation positive observable dans le cas des sujets physiquement actifs.

Un ensemble de facteurs génétiques et environnementaux en interaction influence le développement de la masse corporelle des individus. Il en est de même en ce qui a trait à la composition corporelle et à la morphologie. Citons par exemple, la nature des activités physiques pratiquées, la fréquence et l'intensité de travail, les caractéristiques hormonales des sujets (McArdle et al., 1987) ainsi que, comme nous l'avons démontré à l'hypothèse 2.b, le degré de maturité biologique. Dans le même ordre d'idée, il faut accorder beaucoup de considération à l'alimentation des sujets puisque selon l'avis émis par l'ACSM (1991), l'équilibre énergétique (apport et dépense énergétique) est le principal déterminant de la masse corporelle et de la composition corporelle des individus.

Des résultats d'études rapportées dans McArdle et al. (1987) mentionnent que l'augmentation de la masse maigre peut être favorisée par des exercices de surcharge musculaire accompagnés d'une diète adéquate et, dans une moindre mesure, par des exercices d'endurance. De toute évidence, l'explication approfondie des différences que nous retrouvons au niveau de l'orientation des relations rapportées dans la discussion précédente, ainsi que dans la présente, nécessite la considération d'autres variables qui

n'entrent pas dans le cadre de cette évaluation mais qui doivent figurer au sein d'études à venir.

3. Il n'y a pas de relation significative entre l'adiposité proportionnelle et le poids proportionnel des sujets.

La corrélation calculée entre Ap et Pp dans cette étude est légèrement plus élevée que celle rapportée par Auger (1992) dans le cas d'enfants de six à neuf ans. Un regard sur les tableaux 3 et 6 montre que, peu importe le niveau d'analyse considéré, l'hypothèse 3 ne peut être confirmée.

En considérant, à titre indicatif, les données présentées par Holliday (1986) au tableau 1, nous pouvons calculer qu'entre quatorze ans et l'âge adulte, la masse absolue des organes s'accroît d'environ 0,80 kg, la masse musculaire de 7,00 kg et les fluides extra-cellulaires de 2,80 kg tandis que le gras corporel n'augmente que de 1,70 kg. Il faut également rajouter l'accroissement absolu de la masse du squelette qui doit vraisemblablement s'élever de façon significative compte tenu des faits rapportés par Mazess & Cameron (1973) (dans Lohman et al., 1984). En prenant comme point de départ les informations présentées dans la revue de littérature de même que celles dévoilées ici, il est raisonnable de penser que nous aurions pu retrouver des résultats s'approchant de notre hypothèse de départ. Cependant, les sujets qui composent cet échantillon sont lourds et ont un niveau d'adiposité élevé (tableau 2). La somme des six plis cutanés entretient d'ailleurs des liens positifs et significatifs avec Mc, Ap et Pp. Lorsque ces données sont traduites sous la forme du modèle de proportionnalité proposé par Ross et Ward (1984), l'ensemble du groupe se situe au septième stanine pour Ap et au sixième pour Pp.

Cette constatation n'est pas sans être inquiétante puisqu'il est rapporté que l'obésité et le surpoids corporel sont des facteurs de risque associés de façon plus particulière à des dérangements de la fonction cardiaque et de la circulation, à des pathologies rénales, pulmonaires et métaboliques, à des troubles des systèmes digestif et musculosquelettique, sans oublier, le fardeau psychologique engendré par un important surplus de gras corporel (McArdle et al., 1987). En conséquence, il est proposé que des programmes systématiques d'évaluation soient mis sur pied pour que, d'année en année, des comptes rendus concernant l'évolution de la composition corporelle et de la morphologie des adolescents qui fréquentent nos écoles soient acheminés aux autorités compétentes.

4.a Il y a une relation négative et significative entre la participation à l'activité physique et l'endomorphie.

4.b Il y a une relation négative et significative entre la participation à l'activité physique et l'adiposité proportionnelle.

Les faits rapportés par certains auteurs (Carter, 1978; Malina et al., 1982; Stanley et al., 1982; Thorland et al., 1982) permettent raisonnablement de croire à la possibilité que la relation entre Endo et Nap (hypothèse 4.a) et celle entre Ap et Nap (hypothèse 4.b) soit négative et significative. Les données compilées pour ces deux hypothèses ne les confirment que partiellement (tableau 3). En effet, seule la direction des relations s'avère juste. L'analyse menée au niveau des sous-groupes (tableau 5) montre une augmentation des corrélations sans qu'elles n'atteignent un niveau significatif. Fait surprenant, contradictoire et insoutenable en regard des informations présentées plus tôt, le signe de la relation devient positif au niveau du sous-groupe des sujets

physiquement actifs. Pourtant, ces derniers démontrent le plus faible niveau de Ap (tableau 6). La discrimination des effets de la maturation, du développement somatique et des niveaux d'activité physique est partielle et peut expliquer en partie ce phénomène.

5. Un profil linéaire de certaines variables anthropométriques permet d'expliquer une proportion significative de la variance de l'âge osseux chez les adolescents de 13 et de 14 ans

L'évaluation précise du niveau de développement biologique des adolescents par l'éducateur physique en situation d'enseignement ou d'entraînement s'avère difficile parce que les méthodes cliniques usuelles sont inutilisables sur le terrain, coûteuses et parce qu'il n'existe pas, à notre connaissance, d'alternatives plus simples et valides, mis à part l'indice de McCloy . Dans le but de résoudre ce problème, nous proposons une approche statistique multivariée qui consiste, à l'aide de quelques mesures somatiques externes, à construire un modèle de prédiction de l'âge osseux (Ao) qui est une mesure critère du développement biologique. Cette étude démontre qu'il est possible, à partir de tels éléments, d'estimer avec une précision modérée à bonne, le niveau de développement biologique d'adolescents âgés de 13 et 14 ans. Les résultats de notre étude confirment l'hypothèse 5 de façon plus évidente lorsque deux corrélations problématiques sont retirées du modèle. L'accroissement de la prédiction peut être attribuable au fait que le modèle d'ensemble n'est plus affaibli par des données contradictoires puisque dans le cas de ces deux valeurs, Ao et T sont négativement reliés. Bien qu'un peu plus de 35% de la variance de Ao demeure inexpliquée par le modèle proposé, l'estimation procurée se veut satisfaisante, compte tenu de la grande variabilité du niveau de développement biologique rapportée pour de tels sujets. Par

ailleurs, nous croyons qu'il est possible d'améliorer significativement la précision du modèle en introduisant d'autres paramètres à l'intérieur de l'équation de régression. Par exemple, l'étude de Bouchard et al. (1968) semble montrer que le diamètre biacromial et la circonférence de la poitrine sont deux mesures anthropométriques discriminantes chez des sujets du même groupe d'âge que celui de notre étude. Il serait également intéressant que des recherches futures vérifient si la méthode anthropométrique peut contribuer de façon aussi significative chez des personnes de sexe féminin de même que chez des individus plus âgés approchant la maturité biologique finale. D'autres chercheurs pourraient, dans le but de rendre la méthode anthropométrique pleinement fonctionnelle, construire des tables de classification par âge et par sexe en fonction des critères de maturité biologique énoncés par Valadian & Porter (1977).

L'approche anthropométrique se montre également significativement plus précise que l'indice de McCloy dans l'estimation de Ao. La relation trouvée entre ces variables dans cette étude s'avère plus faible que celle mentionnée par Godbout (1969). Il n'est pas possible de vérifier si cette différence est significative du fait que la différence peut être attribuée à la provenance des échantillons, à l'intervalle de temps séparant les deux mesures (presque 30 ans), ou encore à la différence de l'âge moyen d'environ un an entre les sujets des deux groupes.

Conclusion du rapport de recherche

Ce rapport de recherche comporte deux volets. Le premier consiste à rendre compte de certains faits relatifs à la maturation biologique, à la composition corporelle, et à la participation à l'activité physique chez des adolescents âgés de 13 et de 14 ans, et à étudier les relations entre ces variables. Le second volet est créé dans le but de

proposer une piste de solution au problème de l'évaluation du niveau de maturité biologique rencontré par les éducateurs physiques des différents milieux d'intervention.

Les résultats ne permettent pas de confirmer toutes les affirmations faites au premier chapitre. Nous sommes d'avis que des recherches supplémentaires doivent être menées afin d'éclaircir les relations entre l'anthropométrie et la participation à l'activité physique. Dans le but de les enrichir, nous estimons qu'il est souhaitable que des variables additionnelles, comme l'alimentation, soient incluses. Ainsi, il sera possible de brosser un tableau plus clair de la problématique du surpoids corporel attribuable à un niveau d'adiposité corporel élevé identifié ici et rapporté également ailleurs.

Finalement, nous croyons que les avenues de recherche énumérées concernant l'évaluation du niveau de maturité biologique peuvent permettre d'améliorer et de compléter la démarche entreprise à cette fin dans cette évaluation. Dans la mesure où des travaux se chargent rapidement de compléter ce qui a été initié, nous pouvons espérer que les éducateurs physiques oeuvrant avec des adolescents des deux sexes pourront bientôt compter sur un outil supplémentaire qui facilite la rencontre des objectifs à atteindre avec les besoins et les capacités des jeunes.

Références

- Acheson, R. M., Vicinus, J. - H. & Fowler, G. B. (1966). Studie in the reliability of assessing skeletal maturity from x-rays, part 3 : Greulich-Pyle atlas and Tanner-Whitehouse method contrasted. Human Biology, 38, 204-218.
- American College of Sports Medicine (4^e éd.). (1991). Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphie : Lea & Febiger.
- Auger, D. (1992). Relations entre maturité, morphologie et motricité fondamentale chez les jeunes de six à neuf ans. Mémoire de maîtrise non-publié. Université de Sherbrooke : Sherbrooke, Québec.
- Asselin, S., Dionne, C., Bellavance, M. & Morissette, D. (1991). L'évolution du revenu des familles au Québec 1971-1986. Québec : Les publications du Québec.
- Bailey, D. A., Malina, R. M. & Mirwald, R. L. (1986). Physical activity and growth of the child. Tiré de F. Falkner & J. M. Tanner (Éds). Human growth : a comprehensive treatise, (2^e éd., vol. 2). Postnatal growth neurobiology (pp. 147-164). New York : Plenum Press.
- Barrow, H. M. & McGee, R. (1967). A Practical Approach to measurement in physical education. Philadelphia : Lea & Febiger.
- Benhke, A. R. & Wilmore, J. H. (1974). Evaluation and regulation of body build and composition. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Beunen, G. (1973). Utilité de la détermination de la maturité osseuse lors de l'évaluation de l'aptitude physique de jeunes garçons. Sports, 4, 15-25.
- Beunen, G., Ostyn, M., Simons, J., Renson, R. & Van Gervan, D. (1981). Chronological and biological ages related to physical fitness in boys 12 to 19 years. Annals of Human Biology, 8, 4, 321-331.
- Beunen, G., Malina, R. M., Ostyn, M., Renson, R., Simons, J. & Van Gervan, D. (1982). Fatness and squeletal maturity of Belgian boys 12 through 17 years of age. American Journal of Physical Anthropology, 59, 387-392.
- Beunen, G., Classens, A., Lefevre, J., Ostyn, M., Renson, R., Simmons, J. & Van Gervan, D. (1986). Somatotype as related to age at peak velocity in height, weight and static strength. Tiré de T. Reilly, J. Watkins & J. Borms (Éds). Kinanthropometry III (pp. 68-73). New York : E. & F. N. Spon.

Bissonnette, R. (1991). Évaluation en activité physique. Sherbrooke, Québec : Université de Sherbrooke.

Bissonnette, R. (1992). Méthodes statistiques en kinanthropologie. (Notes de cours de niveau maîtrise). Sherbrooke, Québec : Université de Sherbrooke.

Bouchard, C., Hollmann, W., & Herkenrath, G. (1968). Relations entre le niveau de maturité biologique, la participation à l'activité physique et certaines structures morphologiques et organiques chez des garçons de huit à dix-huit ans. Biométrie Humaine. Tome 3. 100-139.

Bouchard, C., Leblanc, C., & Hollmann, W. (1974). Relations entre l'âge osseux, l'activité physique habituelle et la force musculaire statique chez des garçons de huit à dix-huit ans. Mouvement, 9, 301-317.

Brozek, J., & Keys, A. (1953). The evaluation of leanness-fatness in man: norms and interrelationships. British Journal of Nutrition, 36, 32-38.

Bull, N. (1992). Dietary habits, food consumption and nutrient intake during adolescence. Journal of Adolescent Health, 13, 384-388.

Casey, E. J. (1962). Biophysics : concepts and mechanisms. New York : Reinhold Pub. Co.

Carter, J. E. L., (1978). The contribution of somatotyping to kinanthropometry. Tiré de M. Ostry, G. Beunen & J. Simons (Éds). Kinanthropometry II (pp. 409-422). Baltimore : University Park Press.

Carter, J. E. L., Ross, W. D., Duquet, W. & Aubry, S. P. (1983). Advances in somatotype methodology and analysis. Yearbook of Physical Anthropology, 26, 193-213.

Carter, J. E. L., Heath, B. H. (1986). Comparison of somatotypes of young adults by two methods. Tiré de T. Reilly, J. Watkins & J. Borms (éds). Kinanthropometry III (pp. 63-68). New York : E. & F. N. Spon.

Cuerrier, J. - P. (1988). L'activité physique, l'entraînement et la croissance et le développement des enfants. Cahper Journal, septembre- octobre, 18-25.

Demirjian, A. (1985). Croissance et développement de l'enfant québécois de la naissance à six ans. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.

- Demirjian, A. (1986). Dentition. Tiré de F. Falkner & J. M. Tanner (Éds). Human growth : a comprehensive treatise (2^e éd., vol. 2). Postnatal growth neurobiology (pp.269-295). New York : Plenum Press.
- Dietz, W. H. & Gortmaker, S. L. (1985). Do we fatten our children at the TV set. Obesity and television viewing in children and adults. Pediatrics, 75, 807-811.
- Docherty, D. & Gaul, C.A. (1991). Relationship of body size, physique, and body composition to physical performance in young boys and girls. International Journal of Sports Medicine, 6, 12, 525-532.
- Durnin, J. V. G. A. (1988). Assessment of physical activity during leisure time and work. Tiré de C. Bouchard, R. J. Shephard, T. Stephens, J. R. Sutton & B. D. McPherson (Éds). Exercise, Fitness and Health (pp. 51-57). Champaign Il : Human kinetics.
- Dyre Meen, H., & Oseid, S. (1982). L'activité physique chez les enfants et les adolescents en relation avec la croissance et le développement. Tiré de J.-P. Cuerrier (Notes de cours, 1990). Croissance et développement : dimensions physique et motrice document III. Sherbrooke, Québec : Université de Sherbrooke
- Ekblom, B. (1969). Effect of physical training in adolescents boys. Journal of Applied Physiology, 27, 350-355.
- Eriksson, B. O. (1972). Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11 to 15-year old boys. Acta Physiologica Scandinavia, 384, 1-48.
- Evans, F. G. (1973). Mechanical properties of bone. Springfield, Il : Charles C. Thomas.
- Forbes, G. B. (1986). Body composition in adolescence. Tiré de F. Falkner & J. M. Tanner (Éds). Human growth : a comprehensive treatise (2^e éd., vol. 2). Postnatal growth neurobiology (pp. 119-145). New York : Plenum Press.
- Fry, E. I. (1968). Assessing skeletal Maturity : comparison of the atlas and individual bone techniques. Nature, 220, 60-61.
- Godbout, P. (1969). Le décloisonnement au niveau secondaire en éducation physique. Mouvement, 4, 211-218.
- Going, S. (1988). Body composition in the assesement of youth fitness. Joperd, Septembre, 32-36.

- Greulich, W. W., & Pyle, S. I. (1959). Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford : Stanford University.
- Groupe d'étude de kino-Québec sur le système de classification de la dépense énergétique (GSQ). (1979). Rapport final. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Gouvernement du Québec.
- Holliday, M. A. (1986). Body composition and energy needs during growth. Tiré de F. Falkner & J. M. Tanner (Éds). Human growth : a comprehensive treatise (2^e éd., vol. 2). Postnatal growth neurobiology (pp. 101-115). New York : Plenum Press.
- Johnston, F. E. (1986). Somatic growth of the infant and preschool child. Tiré de F. Falkner & J. M. Tanner (Éds). Human growth : a comprehensive treatise (2^e éd., vol. 2). Postnatal growth neurobiology (pp. 3-20). New York : Plenum Press.
- Leon, A. S., Jacobs, D. R., DeBacker, G., & Taylor, H. L. (1981). Relationship of physical characteristics and life habits to treadmill exercise capacity. American Journal of Epidemiology, 113, 653-660.
- Lohman, T. G., Boileau, R. G., & Slaughter, M. H. (1984). Body composition in children and youth. Tiré de R. A. Boileau (Éd). Advances in pediatrics sports sciences (pp.29-54). Champaign, Il : Human Kinetics.
- Lohman, T. G. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. Exercise and Sport Sciences Review, 14, 325-357.
- Mahadeva, K., Passmore, R., & Woolf, B. (1953). Individual variations in the metabolic cost of standardized exercises : the effect of food, age, sex and race. Journal of Physiology, 121, 225-231.
- Malina, R. M., Meleski, B. W., & Shoup, R. F. (1982). Anthropometric, body composition and maturity characteristics of selected school-aged athletes. Pediatric Clinics of North America, 29, 1305-1323.
- Malina, R. M. (1986). Growth of muscle tissue and muscle mass. Tiré de F. Falkner & J. M. Tanner (Éds). Human growth : a comprehensive treatise (2^e éd., vol.2). Postnatal growth neurobiology (pp.77-95). New York : Plenum Press.
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (1988). Subcutaneous fat distribution during growth. Tiré de C. Bouchard & F. F. Johnston (Éds). Fat distribution during growth and later health outcomes (pp. 63-84). New York : Alan A. Liss.

- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1986). Puberty. Tiré de F. Falkner & J. M. Tanner (Éds). Human growth : a comprehensive treatise (2^e éd., vol. 2). Postnatal growth neurobiology (pp. 171-203). New York : Plenum Press.
- McArdle, W. D., Katch, F., & Katch, V. (1987). Physiologie de l'activité physique. St-Hyacinthe : Edisem.
- Montoye, H. J., McCabe, J. F., Metzner, H. L., Garn, S. M., (1976). Physical activity and bone density. Human Biology, 48, 3, 599-600.
- Montoye, H. J. (1988). Discussion : assessment of physical activity during leisure and work. Tiré de C. Bouchard, R. J. Shephard, T. Stephens, J. R. Sutton et B. D. McPherson (Éds). Exercise fitness and health (pp.58-61). Champaign, IL : Human Kinetics.
- Passmore, R., & Durnin, J. V. G. A. (1955). Human energy expenditure. Physiological Reviews, 35, 801-840.
- Preece, M. A. (1986). Prepubertal and pubertal endocrinology. Tiré de F. Falkner & J. M. Tanner (Éds). Human growth : a comprehensive treatise (2^e éd., vol. 2). Postnatal growth neurobiology (pp. 211-221). New York : Plenum Press.
- Reeder, A. I., Stanton, W. R., Langley, J. D., & Chalmers, D. J. (1991). Adolescent's sporting and leisure time physical activities during their 15th year. Canadian Journal of Sports Sciences, 16, 4 308-315.
- Reiff, G. G., Montoye, H. J., Remington, R. D., Napier, J., Metzner, H. L., & Epstein, F. H. (1967). Assessment of physical activity by questionnaire and interview. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 7, 135-142.
- Riis, B. J., Krabbe, S., Christiansen, C., Catherwood, B. D., & Deftos, L.J. (1985). Bone turnover in male puberty : a longitudinal study. Calcified Tissue International, 37, 213-217.
- Rogol, A. D. (1992). Growth and growth hormone secretion at puberty : the role of gonadal steroid hormones. Acta Paediatrica Supplement, 383, 15-20.
- Rogol, A. D. (1989). Growth hormone : physiology, therapeutic use, and potential for abuse. Exercise and Sport Sciences Reviews, 17, 353-389.
- Romanowsky, N. (1990). Validation d'une méthode par observation directe dans l'estimation de la dépense énergétique des enfants d'âge préscolaire. Mémoire de maîtrise non-publié. Sherbrooke, Québec : Université de Sherbrooke.

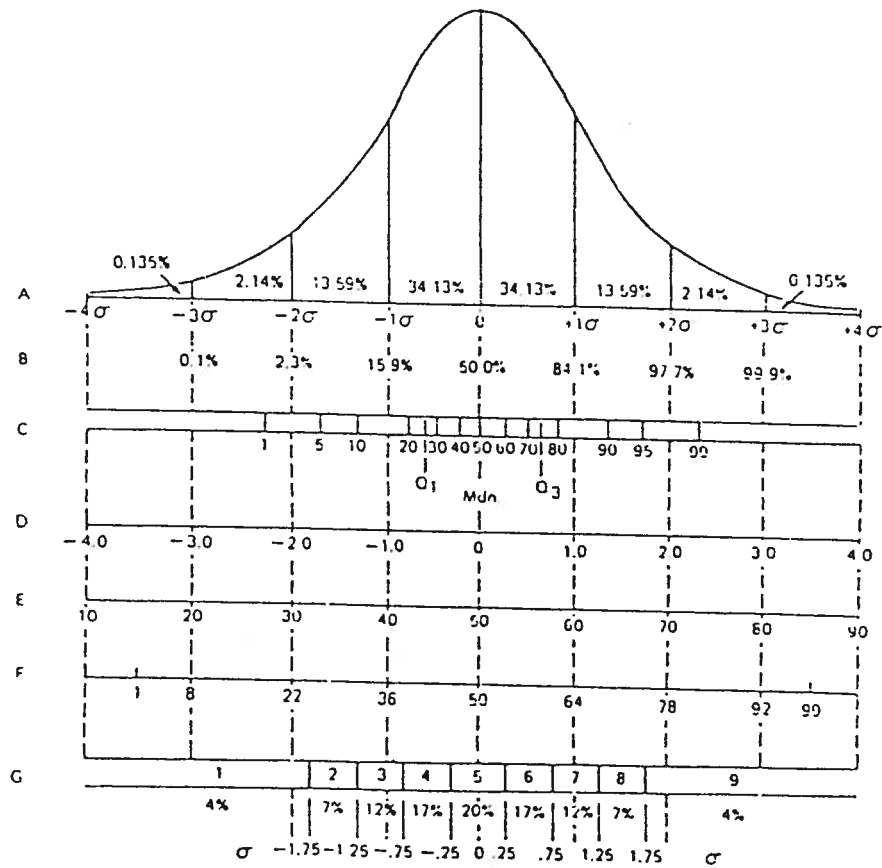
- Ross, W. D. & Ward, R. (1984). The O-scale system. Rosscraft copyright. 57 p.
- Ross, W. D., Martin A. D., & Ward, R. (1987). Body composition and aging : theoritical and methodological implications. Coll. Antropologica, 11, 1, 15-44.
- Sailors, M., & Berg, K. (1987). Comparison of responses to weight training in pubescent boys and men. Journal of Sports Medicine, 27, 30-37.
- Scheider, W. (1985). La Nutrition. Montréal : McGraw-Hill.
- Siri, W. R. (1961). Body composition from fluid space and density: analysis of methods. Tiré de J. Brozek & A. Henschel (Éds). Human body composition. Washington: National Academy of Science and National Research Council.
- Stanley, S. P., Thomson, W. H., Savage, M., & Petratis, M. (1982). Body composition of experienced prepubescent wrestlers. Medicine and Science in Sports and Exercise, 14, 3, 244-248.
- Sentipal, J. M., Wardlaw, G. M., Mahan, J., & Matkovic, V. (1991). Influence of calcium intake and growth indexes on vertebral bone mineral density in young females. American Journal of Clinical Nutrition, 54, 425-428.
- Statistique Canada. (1987). Régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement: comparaison entre 1986 et 1981. Ottawa : Statistique Canada.
- Stephens, T., & Craig, C. L. (1990). Le mieux être des canadiens et des canadiennes. Ottawa : Institut Canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie.
- Tanner, J. M. (1987). Issues and advances in adolescent growth and development. Journal of Adolescent Health Care, 8, 470-478.
- Taylor, H. L., Jacobs, D. R., Schrecker, B., Knudsen, J., Leon, A. D., & DeBacker, G. (1978). A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities. Journal of Chronical Diseases, 31, 741-755.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K. (1990). Research methods in physical activity (2^e éd). Champaign, IL : Human Kinetics.
- Thorland, W. G., Johnson, G. O., Fagot, T. G., Tharp, G. D., & Hammer, R. W. (1981). Body composition and somatotype characteristics of junior olympic athletes. Medicine and Science in Sports and Exercise, 13, 5, 332-338.

- Torùn, B., Chew, F., & Mendoza, R. (1983). Energy cost of activities of preschool children. Nutrition Research, 3, 401-406.
- Trueta, J. (1968) Studies of the development and decay of the human frame. Philadelphie : W.B. Saunders.
- Underwood, L. E. (1991). Normal adolescent growth and development. Nutrition Today, Mars-Avril, 11-16.
- Valadian, I., & Porter, D. (1977). Physical growth and development. Boston : Little, Brown and Cie.
- Vander, A. J., Sherman, J. H., & Luciano, D. S. (1989). Physiologie humaine (2^e éd). Montréal : McGraw-Hill.
- Widdowson, E. M. (1982). Changes in body composition during growth. Tiré de J. A. Davis & J. Dobbing (Éds). Scientific foundations of paediatrics (2^e éd). Baltimore : University Park Press.

Annexe 1

Répartition des scores de l'échelle-O sous forme de stanines

Note: Tiré de W. D. Ross, A. D. Martin & R. Ward (1987). "Body composition and aging : theoritical and methodological implications". Coll. Anthropologica, 11, 1, 35-49.



STANINE CATEGORIES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Percentages	4	7	12	17	20	17	12	7	4
Boundary Percentiles	4	11	23	40	60	77	89	96	

Annexe 2

Calcul de l'adiposité proportionnelle (Ap) et du poids proportionnel (Pp)

Note: Tiré de W. D. Ross & R. Ward (1984). "The O-scale system".
Rosscraft Copyright, 36-56.

Adiposité proportionnelle (Ap)

Modèle de référence = 170,18 cm

Sspc = somme des six plis cutanés du sujet

T = Taille du sujet (cm)

$$Ap = Sspc * (170,18 \text{ cm} / T \text{ cm})$$

Poids proportionnel (Pp)

Modèle de référence = 170,18 cm

Mc = masse corporelle du sujet

T = taille du sujet (cm)

$$Pp = Mc * (170,18 \text{ cm} / T \text{ cm})^3$$

Annexe 3

Formulaire de consentement de l'étude principale

Formulaire de consentement

Madame,
Monsieur,

Mon nom est Jean-François Desbiens, je suis étudiant à la maîtrise en kinanthropologie à la Faculté d'éducation physique et sportive de l'Université de Sherbrooke. Je sollicite la participation de votre enfant à l'évaluation que je vais mener, sous la supervision de Jean-Pierre Cuerrier Ph.D., professeur à cette faculté. Celle-ci s'intitule: "Relations entre l'âge biologique, la morphologie et la participation à l'activité physique chez les adolescents de 13 et 14 ans". Cette étude a pour but de vérifier l'importance des relations entre ces variables ainsi que leur niveau de signification mais aussi, de prédire l'âge biologique à partir de mesures corporelles. La participation de votre enfant implique qu'il se soumette à: a) un examen radiologique de la main gauche b) une évaluation de sa morphologie corporelle (somatotype et échelle-O) et finalement, c) qu'il réponde à un questionnaire sur l'activité physique. Bien entendu, sa collaboration tout comme la vôtre contribueront à donner une plus grande valeur scientifique à cette importante étude

Toutes les évaluations seront réalisées par des personnes qualifiées. Il est possible, d'une part, que votre enfant ressente des petits désagréments (légers pincements de la peau) lors de l'évaluation de sa composition corporelle, et d'autre part qu'il éprouve des contraintes de temps reliées à l'ensemble de l'évaluation (un total d'environ 85 minutes). En contrepartie, il me fera plaisir de vous informer verbalement (sur demande) des résultats des examens et de leur signification.

Il est probable que le rapport écrit qui rendra compte de cette expérience sera rendu public. D'une façon ou d'une autre, soyez assuré que les résultats individuels resteront confidentiels. À cet effet, un système codé sera utilisé au lieu des noms. Veuillez également prendre note que votre enfant **ne recevra pas** de compensation financière pour sa participation mais, qu'un tirage parmi les participants à l'évaluation aura lieu. Si vous ressentez le besoin d'obtenir de plus amples informations au sujet de cette étude et de la participation de votre enfant, veuillez vous adresser à Jean-François Desbiens (tél. résidence: 822-4713) ou à Jean-Pierre Cuerrier (tél. Université de Sherbrooke: 821-7738).

Dates et lieux des examens

Le mercredi 11 mai 1994, le jeudi 12 mai 1994 et le vendredi 13 mai 1994 (au besoin)

-Évaluation anthropométrique (à l'école)

Le jeudi 12 mai en avant-midi

-Examen radiologique de la main gauche (à l'école)

Le mercredi 11 mai 1994 et le jeudi 12 mai 1994

-Questionnaire sur l'activité physique (à remplir à domicile)

Par votre signature, vous signifiez que vous et votre enfant comprenez ce que nous attendons de sa participation dans le cadre de cette étude et qu'il demeurera libre de s'en exclure à tout moment sans crainte de représailles.

Veuillez agréer, Monsieur, Madame, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Jean-François Desbiens B. Sc.

Parent (1) / Tuteur

Enfant

Annexe 4

**Formulaire utilisé dans la cueillette des données
anthropométriques**

Formulaire servant au calcul du somatotype

Nomogramme

Nom: _____

Date de naissance: _____
(jour-mois-année)

Éléments mesurés	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Masse corporelle			
Taille			
<u>Diamètres</u>			
coude (d)			
genou (d)			
<u>Circonférences</u>			
bras (d)			
avant-bras (d)			
mollet (d)			
<u>Plis Cutanés</u>			
triceps (d)			
sous-scapulaire (d)			
supra-iliaque (d)			
para-ombilical (d)			
Cuisse (d)			
mollet (d)			

HEATH-CARTER SOMATOTYPE RATING FORM

NAME AGE SEX: M F NO:
 OCCUPATION ETHNIC GROUP DATE
 PROJECT: MEASURED BY:

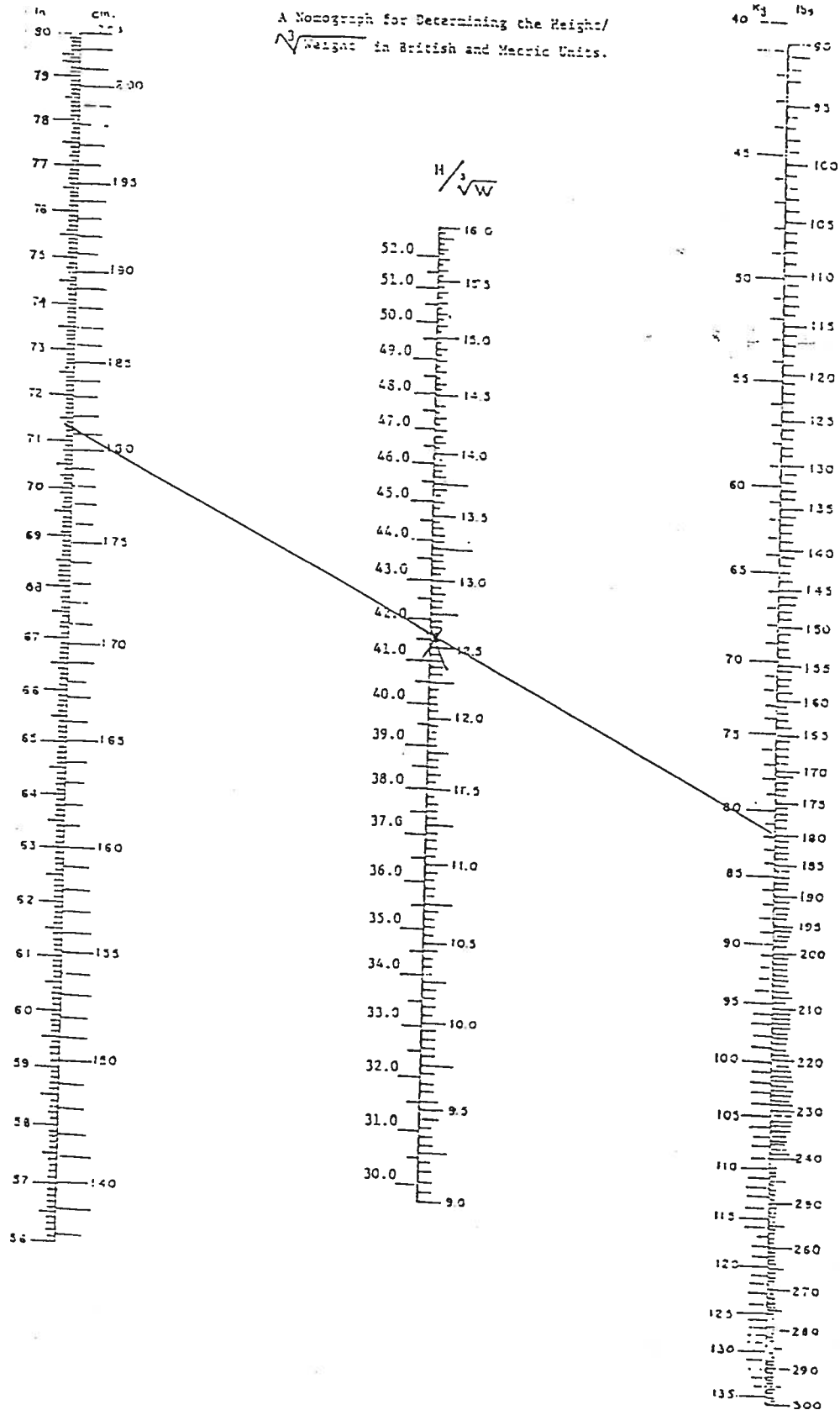
		TOTAL SKINFOLDS (mm)																								
		Upper Limit	10.9	14.9	18.9	22.9	26.9	31.2	35.8	40.7	46.2	52.2	58.7	65.7	73.2	81.2	89.7	98.9	108.9	119.7	131.2	143.7	157.2	171.9	187.9	204.0
		Mid-point	9.0	13.0	17.0	21.0	25.0	29.0	33.5	38.0	43.5	49.0	55.5	62.0	69.5	77.0	85.5	94.0	104.0	114.0	125.5	137.0	150.5	164.0	180.0	196.0
		Lower Limit	7.0	11.0	15.0	19.0	23.0	27.0	31.3	35.9	40.8	46.3	52.3	58.8	65.8	73.3	81.3	89.8	99.0	109.0	119.8	131.3	143.8	157.3	172.0	188.0
TOTAL SKINFOLDS = <input type="text"/>																										
Call = <input type="text"/>																										
Skinfolds mm																										
Triceps = <input type="text"/>																										
Subcapular = <input type="text"/>																										
Suprailiac = <input type="text"/>																										
TOTAL SKINFOLDS = <input type="text"/>																										
Call = <input type="text"/>																										
Height cm <input type="text"/>																										
Humerus width cm <input type="text"/>																										
Femur width cm <input type="text"/>																										
Biceps girth <input type="text"/> -T* <input type="text"/>																										
Calf girth <input type="text"/> -C* <input type="text"/>																										
Weight kg = <input type="text"/>																										
Ht. / $\sqrt{Wt.}$ = <input type="text"/>																										

		FIRST COMPONENT		SECOND COMPONENT		THIRD COMPONENT	
Anthropometric Somatotype							
Anthropometric plus							
Phenoscopic Somatotype							
BY:							
RATER:							

STATURE

APPENDIX D

A Nomograph for Determining the Height/
 $\sqrt[3]{\text{Weight}}$ in British and Metric Units.



Annexe 5

Formulaire de consentement pour l'étude pilote

Formulaire de consentement

Madame,
Monsieur,

Mon nom est Jean-François Desbiens, je suis étudiant à la maîtrise en kinanthropologie à l'Université de Sherbrooke. Je sollicite la participation de votre enfant au projet pilote que je dois mener sous la supervision de Jean-Pierre Cuerrier Ph.D., professeur à la Faculté d'éducation physique et sportive de cette même université. Cette démarche s'inscrit comme préalable à l'étude que je vais entreprendre dans quelques semaines et a pour but de démontrer, de façon rigoureuse, mon habileté à prendre des mesures de plis cutanés fidèles (répétables).

La participation de votre enfant implique qu'il se soumette à deux courtes séries de mesures de l'épaisseur de six plis cutanés. Pour réaliser cette tâche, j'utiliserai une pince spécialement conçue à cet effet. L'évaluation ne comporte aucun risque pour sa santé. Toutefois, il est possible que votre enfant ressente de légers pincements sur sa peau, à l'endroit même où la mesure sera prise.

Il est probable que le rapport écrit qui rendra compte de cette expérience soit rendu public. D'une façon ou d'une autre, soyez assuré que les résultats resteront confidentiels. Veuillez également prendre note que votre enfant ne recevra pas de compensation financière pour sa participation. Si vous ressentez le besoin d'obtenir plus de renseignements en ce qui concerne cette étude et la participation de votre enfant à celle-ci, n'hésitez pas à communiquer avec moi au numéro (819) 822-4713. La date, l'heure et le lieu de l'évaluation seront déterminés en consultation avec l'entraîneur et la gérante de l'équipe.

Afin de rendre le tout conforme, je vous invite ainsi que votre enfant, à signer ce formulaire aux endroits désignés. Par votre signature, vous signifiez que vous et votre enfant comprenez ce que j'attends de sa participation dans le cadre de cette étude et qu'il demeurera libre de s'en exclure à tout moment sans craindre de représailles.

Veuillez agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Signature d'un parent (tuteur)

Signature de l'enfant

Jean-François Desbiens B.Sc.

Annexe 6

Questionnaire de participation à l'activité physique

Note: Tiré et adapté de T. Stephens & C. L. Craig (1990). " Le mieux-être des canadiens et des canadiennes". Ottawa : Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie. 168.

ACTIVITÉS PHYSIQUE PRATIQUÉES PENDANT LES LOISIRS

9. Les activités suivantes sont des activités physiques sans rapport avec le travail.

Vous êtes-vous adonné(e) à l'une des activités physiques suivantes au cours des 12 derniers mois ?

Veuillez indiquer si vous vous êtes adonné(e) à chacune des activités énumérées ci-dessous.

Pour chaque réponse affirmative, précisez le nombre de fois et le temps que vous y avez consacré en moyenne (ne pas compter le temps passé en déplacement, à se changer, etc.).

	Nombre de fois par mois												Temps consac: à l'activité chaque fois			
	Non	Oui	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	h	min
marche pour se tenir en forme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
bicyclette	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
jogging ou course à pied	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
exercices physiques à la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
cours de conditionnement physique; activités physiques à caractère aérobic	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
patinage sur glace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
ski de randonnée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
ski alpin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
hockey sur glace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
natation en piscine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
jardinage, travaux extérieurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
golf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
tennis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
poids et haltères	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
base-ball, softball (balle-molle)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
danse populaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
ballet, danse de jazz, danse moderne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
danse folklorique ou quadrille	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														
quilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →														

Veuillez vous reporter à la carte de référence sur les activités physiques et énumérer ici toute autre activité que vous avez pratiquée au cours des 12 derniers mois.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	h	min

Annexe 7

Le coût énergétique des activités de loisirs

Note 1: Tiré de W. D. McArdle, F. Katch & V. Katch (1987).
"Physiologie de l'activité physique". St-Hyacinthe : Édisem.
Annexe C.

Note 2: Tiré de N. Romanowsky (1990). "Validation d'une méthode par observation directe dans l'estimation de la dépense énergétique des enfants d'âge préscolaire". Mémoire de maîtrise non-publié.
Sherbrooke, Québec : Université de Sherbrooke. Annexe A.

ACTIVITÉ

kg

50

53

56

59

62

65

68

71

74

77

80

83

86

89

92

95

98

kJ/(min•kg)

Ascension de collines.

avec 20 kg	0.615	30.7	32.6	34.4	36.3	38.1	40.0	41.8	43.7	45.5	47.4	49.2	51.0	52.9	54.7	56.6	58.4	60.3
avec 10 kg	0.586	29.3	31.1	32.8	34.6	36.3	38.1	39.8	41.6	43.4	45.1	46.9	48.6	50.4	52.2	53.9	55.7	57.4
avec 5 kg	0.540	27.0	28.6	30.2	31.9	33.5	35.1	36.7	38.3	40.0	41.6	43.2	44.8	46.4	48.1	49.7	51.3	52.9
sans charge	0.506	25.3	26.8	28.3	29.9	31.4	32.9	34.4	35.9	37.4	39.0	40.5	42.0	43.5	45.0	46.6	48.1	49.6
Babington	0.406	20.3	21.5	22.7	24.0	25.2	26.4	27.6	28.8	30.0	31.3	32.5	33.7	34.9	36.1	37.4	38.6	39.8
Balayage de tapis (F)	0.188	9.4	10.0	10.5	11.1	11.7	12.2	12.8	13.3	13.9	14.5	15.0	15.6	16.2	16.7	17.3	17.9	18.4
Balayage de tapis (H)	0.200	10.0	10.6	11.2	11.8	12.4	13.0	13.6	14.2	14.8	15.4	16.0	16.6	17.2	17.8	18.4	19.0	19.6
Basket-ball	0.578	28.9	30.6	32.4	34.1	35.8	37.6	39.3	41.0	42.8	44.5	46.2	48.0	49.7	51.4	53.2	54.9	56.6
Billard	0.176	8.8	9.3	9.9	10.4	10.9	11.4	12.0	12.5	13.0	13.6	14.1	14.6	15.1	15.7	16.2	16.7	17.2
Boulangerie (F)	0.146	7.3	7.7	8.2	8.6	9.1	9.5	9.9	10.4	10.8	11.2	11.7	12.1	12.6	13.0	13.4	13.9	14.3
Boxe.																		
combat	0.929	46.4	49.2	52.0	54.8	57.6	60.4	63.2	66.0	68.7	71.5	74.3	77.1	79.9	82.7	85.5	88.3	91.0
entraînement	0.578	28.9	30.6	32.4	34.1	35.8	37.6	39.3	41.0	42.8	44.5	46.2	48.0	49.7	51.4	53.2	54.9	56.6
Canotage.																		
compétition	0.431	21.5	22.8	24.1	25.4	26.7	28.0	29.3	30.6	31.9	33.2	34.5	35.8	37.1	38.4	39.7	40.9	42.2
loisir	0.184	9.2	9.8	10.3	10.9	11.4	12.0	12.5	13.1	13.6	14.2	14.7	15.3	15.8	16.4	16.9	17.5	18.0
Cheval.																		
cours à, galoper	0.573	28.6	30.4	32.1	33.8	35.5	37.2	39.0	40.7	42.4	44.1	45.8	47.6	49.3	51.0	52.7	54.4	56.2
entretien d'un	0.536	26.8	28.4	30.0	31.6	33.2	34.8	36.4	38.1	39.7	41.3	42.9	44.5	46.1	47.7	49.3	50.9	52.5
marcher	0.172	8.6	9.1	9.6	10.1	10.7	11.2	11.7	12.2	12.7	13.2	13.8	14.3	14.8	15.3	15.8	16.3	16.9
trotter	0.460	23.0	24.4	25.8	27.1	28.5	29.9	31.3	32.7	34.0	35.4	36.8	38.2	39.6	40.9	42.3	43.7	45.1
Circuit, entraînement par	0.774	38.7	41.0	43.3	45.7	48.0	50.3	52.6	55.0	57.3	59.6	61.9	64.2	66.6	68.9	71.2	73.5	75.9
Commiss d'entrepôt	0.226	11.3	12.0	12.7	13.3	14.0	14.7	15.4	16.0	16.7	17.4	18.1	18.8	19.4	20.1	20.8	21.5	22.1
Confection de vêtements.																		
coudre à la machine	0.188	9.4	10.0	10.5	11.1	11.7	12.2	12.8	13.3	13.9	14.5	15.0	15.6	16.2	16.7	17.3	17.9	18.4
coudre à la main	0.134	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7	13.1
couper	0.172	8.6	9.1	9.6	10.1	10.7	11.2	11.7	12.2	12.7	13.2	13.8	14.3	14.8	15.3	15.8	16.3	16.9
presser	0.260	13.0	13.8	14.6	15.3	16.1	16.9	17.7	18.5	19.2	20.0	20.8	21.6	22.4	23.1	23.9	24.7	25.5
Cordonnerie	0.188	9.4	10.0	10.5	11.1	11.7	12.2	12.8	13.3	13.9	14.5	15.0	15.6	16.2	16.7	17.3	17.9	18.4
Course «cross-country»	0.682	34.1	36.1	38.2	40.2	42.3	44.3	46.4	48.4	50.5	52.5	54.6	56.6	58.7	60.7	62.7	64.8	66.8
Course sur le plat.																		
5 min 30 s au mille	1.210	60.5	64.1	67.8	71.4	75.0	78.6	82.3	85.9	89.5	93.2	96.8	100.4	104.1	107.7	111.3	114.9	118.6
6 min au mille	1.055	52.7	55.9	59.1	62.2	65.4	68.6	71.7	74.9	78.1	81.2	84.4	87.6	90.7	93.9	97.1	100.2	103.4
7 min au mille	0.954	47.7	50.6	53.4	56.3	59.1	62.0	64.9	67.7	70.6	73.5	76.3	79.2	82.0	84.9	87.8	90.6	93.5
8 min au mille	0.870	43.5	46.1	48.7	51.3	53.9	56.5	59.2	61.8	64.4	67.0	69.6	72.2	74.8	77.4	80.0	82.6	85.3
9 min au mille	0.808	40.4	42.8	45.2	47.7	50.1	52.5	54.9	57.4	59.8	62.2	64.6	67.1	69.5	71.9	74.3	76.8	79.2
11 min 30 s au mille																		
(≈ 1 600 m)	0.565	28.2	29.9	31.6	33.3	35.0	36.7	38.4	40.1	41.8	43.5	45.2	46.9	48.6	50.3	52.0	53.7	55.4
Creusage de tranchées	0.607	30.3	32.2	34.0	35.8	37.6	39.5	41.3	43.1	44.9	46.7	48.6	50.4	52.2	54.0	55.8	57.7	59.5
Cricket.																		
frappe	0.347	17.3	18.4	19.4	20.5	21.5	22.6	23.6	24.6	25.7	26.7	27.8	28.8	29.8	30.9	31.9	33.0	34.0
lancement	0.377	18.8	20.0	21.1	22.2	23.4	24.5	25.6	26.8	27.9	29.0	30.2	31.3	32.4	33.6	34.7	35.8	36.9
Croquet	0.247	12.3	13.1	13.8	14.6	15.3	16.1	16.8	17.5	18.3	19.0	19.8	20.5	21.2	22.0	22.7	23.5	24.2

ACTIVITÉ	kg	kj/(min • kg)																98
		50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	
Manger (assis)	0.096	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.2	6.5	6.8	7.1	7.4	7.7	8.0	8.3	8.5	8.8	9.1	9.4
Marche, allure régulière,																		
champ labouré	0.322	16.1	17.1	18.0	19.0	20.0	20.9	21.9	22.9	23.8	24.8	25.8	26.7	27.7	28.7	29.6	30.6	31.6
champs et collines	0.343	17.1	18.2	19.2	20.2	21.3	22.3	23.3	24.4	25.4	26.4	27.4	28.5	29.5	30.5	31.6	32.6	33.6
chemin d'asphalte	0.335	16.7	17.8	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8
sentier gazonné	0.339	16.9	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2
Marche militaire rapide	0.594	29.7	31.5	33.3	35.0	36.8	38.6	40.4	42.2	44.0	45.7	47.5	49.3	51.1	52.9	54.6	56.4	58.2
Marché, faire le (F)	0.260	13.0	13.8	14.6	15.3	16.1	16.9	17.7	18.5	19.2	20.0	20.8	21.6	22.4	23.1	23.9	24.7	25.5
Marché, faire le (H)	0.243	12.1	12.9	13.6	14.3	15.1	15.8	16.5	17.3	18.0	18.7	19.4	20.2	20.9	21.6	22.4	23.1	23.8
Menuiserie	0.218	10.9	11.6	12.2	12.9	13.5	14.2	14.8	15.5	16.1	16.8	17.4	18.1	18.7	19.4	20.1	20.7	21.4
Métallurgie,																		
conditionner	0.373	18.6	19.8	20.9	22.0	23.1	24.2	25.4	26.5	27.6	28.7	29.8	31.0	32.1	33.2	34.3	35.4	36.6
enlever le mâchefer	0.745	37.2	39.5	41.7	44.0	46.2	48.4	50.7	52.9	55.1	57.4	59.6	61.8	64.1	66.3	68.5	70.8	73.0
forger	0.419	20.9	22.2	23.5	24.7	26.0	27.2	28.5	29.7	31.0	32.3	33.5	34.8	36.0	37.3	38.5	39.8	41.1
incliner des moules	0.385	19.2	20.4	21.6	22.7	23.9	25.0	26.2	27.3	28.5	29.6	30.8	32.0	33.1	34.3	35.4	36.6	37.7
luminer	0.607	30.3	32.2	34.0	35.8	37.6	39.5	41.3	43.1	44.9	46.7	48.6	50.4	52.2	54.0	55.8	57.7	59.5
rouler à la main	0.573	28.6	30.4	32.1	33.8	35.5	37.2	39.0	40.7	42.4	44.1	45.8	47.6	49.3	51.0	52.7	54.4	56.2
surveiller un haut																		
fourneau	0.527	26.3	27.9	29.5	31.1	32.7	34.3	35.8	37.4	39.0	40.6	42.2	43.7	45.3	46.9	48.5	50.1	51.6
Musique,																		
accordéon (assis)	0.134	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7	13.1
batterie (assis)	0.276	13.8	14.6	15.5	16.3	17.1	17.9	18.8	19.6	20.4	21.3	22.1	22.9	23.7	24.6	25.4	26.2	27.0
bois (assis)	0.134	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7	13.1
conduite d'un orchestre	0.163	8.1	8.6	9.1	9.6	10.1	10.6	11.1	11.6	12.1	12.6	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0
cor (assis)	0.121	6.0	6.4	6.8	7.1	7.5	7.9	8.2	8.6	9.0	9.3	9.7	10.0	10.4	10.8	11.1	11.5	11.9
flûte (assis)	0.147	7.3	7.8	8.2	8.7	9.1	9.6	10.0	10.4	10.9	11.3	11.8	12.2	12.6	13.1	13.5	14.0	14.4
orgue (assis)	0.222	11.1	11.8	12.4	13.1	13.8	14.4	15.1	15.8	16.4	17.1	17.8	18.4	19.1	19.8	20.4	21.1	21.8
piano (assis)	0.167	8.3	8.9	9.4	9.9	10.4	10.9	11.4	11.9	12.4	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4
trompette (debout)	0.130	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	12.3	12.7
violon (assis)	0.188	9.4	10.0	10.5	11.1	11.7	12.2	12.8	13.3	13.9	14.5	15.0	15.6	16.2	16.7	17.3	17.9	18.4
violoncelle (assis)	0.172	8.6	9.1	9.6	10.1	10.7	11.2	11.7	12.2	12.7	13.2	13.8	14.3	14.8	15.3	15.8	16.3	16.9
Nage,																		
brasse	0.678	33.9	35.9	38.0	40.0	42.0	44.1	46.1	48.1	50.2	52.2	54.2	56.3	58.3	60.3	62.4	64.4	66.4
crawl, lent	0.536	26.8	28.4	30.0	31.6	33.2	34.8	36.4	38.1	39.7	41.3	42.9	44.5	46.1	47.7	49.3	50.9	52.5
crawl, rapide	0.653	32.6	34.6	36.6	38.5	40.5	42.4	44.4	46.4	48.3	50.3	52.2	54.2	56.2	58.1	60.1	62.0	64.0
dos crawlé	0.707	35.3	37.5	39.6	41.7	43.8	46.0	48.1	50.2	52.3	54.4	56.6	58.7	60.8	62.9	65.0	67.2	69.3
marinière	0.511	25.5	27.1	28.6	30.1	31.7	33.2	34.7	36.3	37.8	39.3	40.9	42.4	43.9	45.5	47.0	48.5	50.1
sur place, normal	0.260	13.0	13.8	14.6	15.3	16.1	16.9	17.7	18.5	19.2	20.0	20.8	21.6	22.4	23.1	23.9	24.7	25.5
sur place, rapide	0.711	35.5	37.7	39.8	41.9	44.1	46.2	48.3	50.5	52.6	54.7	56.9	59.0	61.1	63.3	65.4	67.5	69.7
Nettoyage (F)	0.260	13.0	13.8	14.6	15.3	16.1	16.9	17.7	18.5	19.2	20.0	20.8	21.6	22.4	23.1	23.9	24.7	25.5
Nettoyage (H)	0.243	12.1	12.9	13.6	14.3	15.1	15.8	16.5	17.3	18.0	18.7	19.4	20.2	20.9	21.6	22.4	23.1	23.8
Nettoyage de fenêtres (F)	0.247	12.3	13.1	13.8	14.6	15.3	16.1	16.8	17.5	18.3	19.0	19.8	20.5	21.2	22.0	22.7	23.5	24.2
Nettoyage de fenêtres (H)	0.243	12.1	12.9	13.6	14.3	15.1	15.8	16.5	17.3	18.0	18.7	19.4	20.2	20.9	21.6	22.4	23.1	23.8
Papier peint, application de	0.201	10.0	10.7	11.3	11.9	12.5	13.1	13.7	14.3	14.9	15.5	16.1	16.7	17.3	17.9	18.5	19.1	19.7

ACTIVITÉ	kg	50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98
		kJ (min • kg)																
Cuisson (F)	0,188	9,4	10,0	10,5	11,1	11,7	12,2	12,8	13,3	13,9	14,5	15,0	15,6	16,2	16,7	17,3	17,9	18,4
Cuisson (H)	0,201	10,0	10,7	11,3	11,9	12,5	13,1	13,7	14,3	14,9	15,5	16,1	16,7	17,3	17,9	18,5	19,1	19,7
Cyclisme.																		
compétition	0,707	35,3	37,5	39,6	41,7	43,8	46,0	48,1	50,2	52,3	54,4	56,6	58,7	60,8	62,9	65,0	67,2	69,3
loisir, 15,0 km/h	0,419	20,9	22,2	23,5	24,7	26,0	27,2	28,5	29,7	31,0	32,3	33,5	34,8	36,0	37,3	38,5	39,8	41,1
loisir, 8,8 km/h	0,267	13,3	14,2	15,0	15,8	16,6	17,4	18,2	19,0	19,8	20,6	21,4	22,2	23,0	23,8	24,6	25,4	26,2
Dactylographie.																		
électrique	0,113	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0	7,3	7,7	8,0	8,4	8,7	9,0	9,4	9,7	10,1	10,4	10,7	11,1
manuelle	0,130	6,5	6,9	7,3	7,7	8,1	8,5	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,2	11,6	12,0	12,4	12,7
Danse.																		
chorégraphique.																		
«twist», «wiggie»	0,703	35,1	37,3	39,4	41,5	43,6	45,7	47,8	49,9	52,0	54,1	56,2	58,3	60,5	62,6	64,7	66,8	68,9
sociale	0,213	10,6	11,3	11,9	12,6	13,2	13,8	14,5	15,1	15,8	16,4	17,0	17,7	18,3	19,0	19,6	20,2	20,9
Décapage	0,264	13,2	14,0	14,8	15,6	16,4	17,2	18,0	18,7	19,5	20,3	21,1	21,9	22,7	23,5	24,3	25,1	25,9
Dessin (débout)	0,150	7,5	8,0	8,4	8,8	9,3	9,8	10,2	10,6	11,1	11,6	12,0	12,4	12,9	13,4	13,8	14,2	14,7
Écriture (assis)	0,121	6,0	6,4	6,8	7,1	7,5	7,9	8,2	8,6	9,0	9,3	9,7	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,9
Extraction de charbon.																		
érection de supports	0,368	18,4	19,5	20,6	21,7	22,8	23,9	25,0	26,1	27,2	28,3	29,4	30,5	31,6	32,8	33,9	35,0	36,1
forage du roc	0,393	19,6	20,8	22,0	23,2	24,4	25,5	26,7	27,9	29,1	30,3	31,4	32,6	33,8	35,0	36,2	37,3	38,5
pelletage du charbon	0,452	22,6	24,0	25,3	26,7	28,0	29,3	30,6	31,9	33,2	34,5	35,8	37,1	38,4	39,7	41,0	42,3	43,6
Football américain	0,552	27,6	29,3	30,9	32,6	34,2	35,9	37,5	39,2	40,8	42,5	44,2	45,8	47,5	49,1	50,8	52,4	54,1
Frotage de planchers (F)	0,456	22,8	24,2	25,5	26,9	28,3	29,6	31,0	32,4	33,7	35,1	36,5	37,8	39,2	40,6	42,0	43,3	44,7
Frotage de planchers (H)	0,452	22,6	24,0	25,3	26,7	28,0	29,4	30,7	32,1	33,4	34,8	36,2	37,5	38,9	40,2	41,6	42,9	44,3
Golf	0,356	17,8	18,9	19,9	21,0	22,1	23,1	24,2	25,3	26,3	27,4	28,5	29,5	30,6	31,7	32,8	33,8	34,9
Gymnastique	0,276	13,8	14,6	15,5	16,3	17,1	17,9	18,8	19,6	20,4	21,3	22,1	22,9	23,7	24,6	25,4	26,2	27,0
Hockey sur gazon	0,561	28,0	29,7	31,4	33,1	34,8	36,5	38,1	39,8	41,5	43,2	44,9	46,6	48,2	49,9	51,6	53,3	55,0
Horlogerie	0,105	5,2	5,6	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,5	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	9,3	9,7	10,0	10,3
Imprimerie	0,146	7,3	7,7	8,2	8,6	9,1	9,5	9,9	10,4	10,8	11,2	11,7	12,1	12,6	13,0	13,4	13,9	14,3
Jardinage.																		
border	0,322	16,1	17,1	18,0	19,0	20,0	20,9	21,9	22,9	23,8	24,8	25,8	26,7	27,7	28,7	29,6	30,6	31,6
creuser	0,527	26,3	27,9	29,5	31,1	32,7	34,3	35,8	37,4	39,0	40,6	42,2	43,7	45,3	46,9	48,5	50,1	51,6
râtelier	0,226	11,3	12,0	12,7	13,3	14,0	14,7	15,4	16,0	16,7	17,4	18,1	18,8	19,4	20,1	20,8	21,5	22,1
tondre	0,469	23,4	24,9	26,3	27,7	29,1	30,5	31,9	33,3	34,7	36,1	37,5	38,9	40,3	41,7	43,1	44,6	46,0
Jeu de cartes	0,105	5,2	5,6	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,5	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	9,3	9,7	10,0	10,3
Judo	0,816	40,8	43,2	45,7	48,1	50,6	53,0	55,5	57,9	60,4	62,8	65,3	67,7	70,2	72,6	75,1	77,5	80,0
Lavage de plancher (F)	0,260	13,0	13,8	14,6	15,3	16,1	16,9	17,7	18,5	19,2	20,0	20,8	21,6	22,4	23,1	23,9	24,7	25,5
Lavage de plancher (H)	0,243	12,1	12,9	13,6	14,3	15,1	15,8	16,5	17,3	18,0	18,7	19,4	20,2	20,9	21,6	22,4	23,1	23,8
Maçonnerie.																		
cogner et percer	0,272	13,6	14,4	15,2	16,0	16,9	17,7	18,5	19,3	20,1	20,9	21,8	22,6	23,4	24,2	25,0	25,8	26,7
machiner	0,200	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4	13,0	13,6	14,2	14,8	15,4	16,0	16,6	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6
opérer un tour	0,218	10,9	11,6	12,2	12,9	13,5	14,2	14,8	15,5	16,1	16,8	17,4	18,1	18,7	19,4	20,1	20,7	21,4
opérer une presse	0,368	18,4	19,5	20,6	21,7	22,8	23,9	25,0	26,1	27,2	28,3	29,4	30,5	31,6	32,8	33,9	35,0	36,1
plier des feuilles de métal	0,200	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4	13,0	13,6	14,2	14,8	15,4	16,0	16,6	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6
souder	0,218	10,9	11,6	12,2	12,9	13,5	14,2	14,8	15,5	16,1	16,8	17,4	18,1	18,7	19,4	20,1	20,7	21,4

ACTIVITÉ	kg	50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98
	kJ/(min•kg)																	
Pêche	0.260	13,0	13,8	14,6	15,3	16,1	16,9	17,7	18,5	19,2	20,0	20,8	21,6	22,4	23,1	23,9	24,7	25,5
Peinture, extérieur	0.322	16,1	17,1	18,0	19,0	20,0	20,9	21,9	22,9	23,8	24,8	25,8	26,7	27,7	28,7	29,6	30,6	31,6
Peinture, intérieur	0.142	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8	9,2	9,7	10,1	10,5	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,1	13,5	13,9
Pellerie	0.347	17,3	18,4	19,4	20,5	21,5	22,6	23,6	24,6	25,7	26,7	27,8	28,8	29,8	30,9	31,9	33,0	34,0
Planter des jeunes plants	0.293	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2	19,0	19,9	20,8	21,7	22,6	23,4	24,3	25,2	26,1	27,0	27,8	28,7
Plâtrage	0.326	16,3	17,3	18,3	19,2	20,2	21,2	22,2	23,1	24,1	25,1	26,1	27,1	28,0	29,0	30,0	31,0	31,9
Plongée sous-marine, modérément active	0.862	43,1	45,7	48,3	50,9	53,4	56,0	58,6	61,2	63,8	66,4	69,0	71,5	74,1	76,7	79,3	81,9	84,5
très active	1.155	57,7	61,2	64,7	68,1	71,6	75,1	78,5	82,0	85,5	88,9	92,4	95,9	99,3	102,8	106,3	109,7	113,2
Position assise, tranquille	0.088	4,4	4,7	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,5	6,8	7,0	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,6
Position debout, tranquille (F)	0.105	5,2	5,6	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,5	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	9,3	9,7	10,0	10,3
Position debout, tranquille (H)	0.113	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0	7,3	7,7	8,0	8,4	8,7	9,0	9,4	9,7	10,1	10,4	10,7	11,1
Raquettes, marche en, sur neige poudreuse	0.695	34,7	36,8	38,9	41,0	43,1	45,2	47,3	49,3	51,4	53,5	55,6	57,7	59,8	61,9	63,9	66,0	68,1
Reliure	0.159	7,9	8,4	8,9	9,4	9,9	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,6	15,1	15,6
Repassage (F)	0.138	6,9	7,3	7,7	8,1	8,6	9,0	9,4	9,8	10,2	10,6	11,0	11,5	11,9	12,3	12,7	13,1	13,5
Repassage (H)	0.268	13,4	14,2	15,0	15,8	16,6	17,4	18,2	19,0	19,8	20,6	21,4	22,2	23,0	23,9	24,7	25,5	26,3
Repos, couché	0.092	4,6	4,9	5,2	5,4	5,7	6,0	6,3	6,5	6,8	7,1	7,4	7,6	7,9	8,2	8,5	8,7	9,0
Serrurerie	0.238	11,9	12,6	13,3	14,0	14,8	15,5	16,2	16,9	17,6	18,3	19,0	19,8	20,5	21,2	21,9	22,6	23,3
Ski, neige damée sur colline, vitesse maximale sur le plat, marche sur le plat, vitesse modérée	1.147 0.599 0.498	57,3 29,9 24,9	60,8 31,7 26,4	64,2 33,5 27,9	67,7 35,3 29,4	71,1 37,1 30,9	74,6 38,9 32,4	78,0 40,7 33,9	81,4 42,5 35,4	84,9 44,3 36,9	88,3 46,1 38,3	91,8 47,9 39,8	95,2 49,7 41,3	98,6 51,5 42,8	102,1 53,3 44,3	105,5 55,1 45,8	109,0 56,9 47,3	112,4 58,7 48,8
Ski, neige poudreuse	0.465	23,2	24,6	26,0	27,4	28,8	30,2	31,6	33,0	34,4	35,8	37,2	38,6	40,0	41,4	42,8	44,2	45,6
loisir (F)	0.410	20,5	21,7	23,0	24,2	25,4	26,6	27,9	29,1	30,3	31,6	32,8	34,0	35,3	36,5	37,7	38,9	40,2
loisir (H)	0.887	44,3	47,0	49,7	52,3	55,0	57,7	60,3	63,0	65,6	68,3	71,0	73,6	76,3	78,9	81,6	84,3	86,9
Squash																		
Sylviculture, abattre des arbres	0.552	27,6	29,3	30,9	32,6	34,2	35,9	37,5	39,2	40,8	42,5	44,2	45,8	47,5	49,1	50,8	52,4	54,1
corder du bois																		
de chauffage	0.356	17,8	18,9	19,9	21,0	22,1	23,1	24,2	25,3	26,3	27,4	28,5	29,5	30,6	31,7	32,8	33,8	34,9
couper à la hache, lent	0.356	17,8	18,9	19,9	21,0	22,1	23,1	24,2	25,3	26,3	27,4	28,5	29,5	30,6	31,7	32,8	33,8	34,9
couper à la hache, rapide	1.243	62,1	65,9	69,6	73,3	77,1	80,8	84,5	88,3	92,0	95,7	99,4	103,2	106,9	110,6	114,4	118,1	121,8
désherber	0.301	15,0	16,0	16,9	17,8	18,7	19,6	20,5	21,4	22,3	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,7	28,6	29,5
écorcer des arbres	0.515	25,7	27,3	28,8	30,4	31,9	33,5	35,0	36,6	38,1	39,7	41,2	42,7	44,3	45,8	47,4	48,9	50,5
émonder des arbres	0.540	27,0	28,6	30,2	31,9	33,5	35,1	36,7	38,3	40,0	41,6	43,2	44,8	46,4	48,1	49,7	51,3	52,9
planter à la main	0.456	22,8	24,2	25,5	26,9	28,3	29,6	31,0	32,4	33,7	35,1	36,5	37,8	39,2	40,6	42,0	43,3	44,7
saurer	0.381	19,0	20,2	21,3	22,5	23,6	24,8	25,9	27,1	28,2	29,3	30,5	31,6	32,8	33,9	35,1	36,2	37,3
scier à la machine	0.314	15,7	16,6	17,6	18,5	19,5	20,4	21,4	22,3	23,2	24,2	25,1	26,1	27,0	27,9	28,9	29,8	30,8
scier à la main	0.511	25,5	27,1	28,6	30,1	31,7	33,2	34,7	36,3	37,8	39,3	40,9	42,4	43,9	45,5	47,0	48,5	50,1

ACTIVITÉ:	kJ/(min • kg)	kg	50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98
			50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98
Tennis	0.456	22.8	24.2	25.5	26.9	28.3	29.6	31.0	32.4	33.7	35.1	36.5	37.8	39.2	40.6	42.0	43.3	44.7	
Tennis sur table	0.285	14.2	15.1	16.0	16.8	17.7	18.5	19.4	20.2	21.1	21.9	22.8	23.7	24.5	25.4	26.2	27.1	27.9	
Tir à l'arc	0.272	13.6	14.4	15.2	16.0	16.9	17.7	18.5	19.3	20.1	20.9	21.8	22.6	23.4	24.2	25.0	25.8	26.7	
Travail à la ferme.																			
conduire la moissonneuse	0.167	8.3	8.9	9.4	9.9	10.4	10.9	11.4	11.9	12.4	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	
conduire le tracteur	0.155	7.7	8.2	8.7	9.1	9.6	10.1	10.5	11.0	11.5	11.9	12.4	12.9	13.3	13.8	14.3	14.7	15.2	
enfourcher des balles																			
de foin	0.578	28.9	30.6	32.4	34.1	35.8	37.6	39.3	41.0	42.8	44.5	46.2	48.0	49.7	51.4	53.2	54.9	56.6	
nettoyer l'étable	0.565	28.2	29.9	31.6	33.3	35.0	36.7	38.4	40.1	41.8	43.5	45.2	46.9	48.6	50.3	52.0	53.7	55.4	
nourrir le bétail	0.356	17.8	18.9	19.9	21.0	22.1	23.1	24.2	25.3	26.3	27.4	28.5	29.5	30.6	31.7	32.8	33.8	34.9	
nourrir les animaux	0.272	13.6	14.4	15.2	16.0	16.9	17.7	18.5	19.3	20.1	20.9	21.8	22.6	23.4	24.2	25.0	25.8	26.7	
pelleter du grain	0.356	17.8	18.9	19.9	21.0	22.1	23.1	24.2	25.3	26.3	27.4	28.5	29.5	30.6	31.7	32.8	33.8	34.9	
traire à la machine	0.096	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.2	6.5	6.8	7.1	7.4	7.7	8.0	8.3	8.5	8.8	9.1	9.4	
traire à la main	0.226	11.3	12.0	12.7	13.3	14.0	14.7	15.4	16.0	16.7	17.4	18.1	18.8	19.4	20.1	20.8	21.5	22.1	
Travail d'électricité	0.243	12.1	12.9	13.6	14.3	15.1	15.8	16.5	17.3	18.0	18.7	19.4	20.2	20.9	21.6	22.4	23.1	23.8	
Tricot, couture (H)	0.096	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.2	6.5	6.8	7.1	7.4	7.7	8.0	8.3	8.5	8.8	9.1	9.4	
Tricot, couture (F)	0.092	4.6	4.9	5.2	5.4	5.7	6.0	6.3	6.5	6.8	7.1	7.4	7.6	7.9	8.2	8.5	8.7	9.0	
Volley-ball	0.209	10.4	11.1	11.7	12.3	13.0	13.6	14.2	14.8	15.5	16.1	16.7	17.3	18.0	18.6	19.2	19.9	20.5	

No.	Ref.	Code	Activités	kcal/kg/min
199	7	3.112	Gymnastique (anneaux)	.080
200	7	3.112	Gymnastique (suédoise)	.062
201	9	3.112	Couper (houe)	.091
202	9	3.112	Lancer (base-ball)	.093
203	16	3.112	Marche (horizontale) 5 km/h. 20 kg chaque	.083
204	9/12/1	3.112	Marche (montant, descendant)	.077/.033/((.027)
205	9	3.112	Marche (rue asphaltée)	.080/.072
206	9	3.112	Marche (dans un champ)	.082/.074
207	9	3.112	Marche (sur du gazon)	.061
208	6/16/1	3.112	Marche (horizontal, léger)	.064/.053/((.073)
209	16/1	3.112	Marche rapide (montant)	.085/((.098)
210	1	3.112	Monter (escalier)	(.094)
211	9	3.112	Nettoyer (plancher, brosse) (f)	.109
212	9	3.112	Nettoyer (plancher, brosse) (m)	.103
213	16	3.112	Patinage 15 km/h	.112
214	9	3.112	Pelletage (sable)	.096
215	11	3.112	Physitest 3	.106
216	11	3.112	Physitest 4	.124
217	11	3.112	Physitest 5	.142
218	9	3.112	Planter (à la main)	.109
219	16	3.112	Scier (bois)	.114
220	12/9	3.112	Tennis	.109/.100
221	2/9/12	3.112	Tennis de table	.082/.068/.056
222	9	3.112	Terrassement (à la main)	.095
223	16	3.112	Tondre	.112
224	16/9	3.113	Alpinisme	.143/.147
225	9	3.113	Alpinisme charge 10 kg	.140
226	9	3.113	Alpinisme charge 20 kg	.147
227	9	3.113	Alpinisme charge 5 kg	.129

No.	Ref.	Code	Activités	kcal/kg/min
170	6	3,111	Travail manuel léger	,056
171	6	3,111	Travail manuel modéré	,093
172	9/2	3,111	Volleyball	,050/,050
173	6	3,112	Activités, sports, récré.	,080
174	6	3,112	Activités, sports, léger	,100
175	16	3,112	Ascension (pente 3%) 6 km/h	,088
176	16	3,112	Ascension (pente 8,6%) 4 km/h	,102
177	2	3,112	Bowling	,098
178	10	3,112	Catégorie exercices (modéré) (f),073-	,109
179	10	3,112	Catégorie exercices (modéré) (m),077-	,115
180	9	3,112	Couper du bois à feu	,088
181	9	3,112	Couper (bois, lentement)	,085
182	9	3,112	Couper (haies)	,077
183	14	3,112	Courir descendant	,124
184	5	3,112	Course 67m/min (m)	,103
185	5	3,112	Course 94 m/min (f)	,117
186	9	3,112	Cricket, bowling	,093
187	9	3,112	Danse (Rumba)	,101
188	2	3,112	Danse (valse)	,075
189	2/16	3,112	Danse (excitante)	,081/,083
190	9	3,112	Désherber	,072
191	13	3,112	Exercices (matin, lutte)	,101
192	9	3,112	Exploitation minière (support)	,088
193	9	3,112	Exploitation minière (pelleter)	,108
194	9	3,112	Faire du ski (neige dure)	,119
195	9	3,112	Faire du ski (poudreuse) (f)	,111
196	9	3,112	Faire du ski (poudreuse) (m)	,098
197	9/16	3,112	Golf	,085/,079/,078
198	7	3,112	Gymnastique (barres parallèles)	,093

No.	Réf.	Code	Activités	kcal/kg/min
141	16	3,111	Marche 3 km/h	,040/,046
142	16	3,111	Marche (horizontale) 6 km/h	,069/,056
143	9	3,111	Maréchal-ferrant	,057
144	16	3,111	Monter (escalier) 1,6 km/h	,043
145	15	3,111	Mouvements rythmiques	,038
146	9	3,111	Nettoyage (f)	,062
147	9	3,111	Nettoyage (m)	,058
148	9	3,111	Nettoyer (plancher) (f)	,062
149	9	3,111	Nettoyer (plancher) (m)	,058
150	9	3,111	Nourrir (animaux)	,065
151	9	3,111	Nourrir (bétail)	,085
152	9	3,111	Peinture (dehoers)	,077
153	9	3,111	Pelleter (grains)	,085
154	9	3,111	Percer (trou)	,074
155	11	3,111	Physitest 1	,062
156	11	3,111	Physitest 2	,085
157	9	3,111	Planter (grains)	,070
158	9	3,111	Plâtrer	,078
159	9	3,111	Ratisser	,054
160	15	3,111	Sauts	,070
161	15	3,111	Sauts (flex. jambes complète)	,040
162	9	3,111	Semer	,075
163	9	3,111	Soudure	,040
164	9	3,111	Taper, percer	,065
165	15	3,111	Test (des marches, banc)	,061
166	9/2	3,111	Tir à l'arc	,065/,075
167	9	3,111	Tourneur	,052
168	9	3,111	Traire à la main	,054
169	9	3,111	Travail du plâtrier	,050

No.	Réf.	Code	Activités	kcal/kg/min
112	2/16	3.111	Base-ball (sans lanceur)	.067/.069
113	9	3.111	Billard	.056/.042
114	9	3.111	Blanchisserie	.064
115	10	3.111	Catégorie exercices (léger) (f)	.036-.072
116	10	3.111	Catégorie exercices (léger) (m)	.038-.077
117	9	3.111	Charpente (générale)	.052
118	9	3.111	Couper (tissu)	.041
119	8	3.111	Course (f)	.020
120	8	3.111	Course (m)	.021
121	9	3.111	Cricket (battre)	.021
122	9	3.111	Croquet	.083
123	9	3.111	Danse (fox-trot)	.065
124	2	3.111	Danse (Petronella)	.068
125	9	3.111	Danse (salle de danse)	.051
126	9	3.111	Danse (calme)	.059
127	2	3.111	Danse (modéré)	.061
128	9	3.111	Diriger (orchestre)	.039
129	9	3.111	Electricien	.058
130	9	3.111	Faire la cuisine (f)	.045
131	9	3.111	Faire la cuisine	.048
132	9	3.111	Faire les courses (f)	.058
133	9	3.111	Faire les courses (m)	.062
134	9	3.111	Femme de ménage	.036
135	9	3.111	Fendre du bois	.107
136	9	3.111	Gratter la peinture	.063
137	16	3.111	Gymnastique	.066
138	9	3.111	Laver les fenêtres (f)	.058
139	9	3.111	Laver les fenêtre (m)	.059
140	2	3.111	Marche (snowhoe) 2.27 mph	.083

No.	Réf.	Code	Activités	kcal/kg/min
83	9	2.111	Equitation (marcher) compétition	.041
84	9	2.111	Fourreur	.083
85	9	2.111	Jouer (batterie)	.066
86	9	2.112	Equitation (galop)	.137
87	9	2.112	Equitation (panser)	.128
88	16	2.113	Aviron 17.5 km/h	.231
89	16	2.113	Aviron 19.2 km/h	.357
90	16	2.113	Aviron 19.9 km/h	.269
91	16	2.113	Aviron 6 km/h	.157
92	16	2.113	Cyclisme compétition	.169
93	9/1	3.000	Debout tranquille (m)	.027/ (.038)
94	9	3.000	Debout tranquille (f)	.025
95	16	3.000	Position debout	.026
96	5	3.011	Activité debout (léger)	.038
97	9	3.011	Bookbinding	.038
98	9	3.011	Boulangerie générale	.035
99	9	3.011	Dessiner (debout)	.036
100	8	3.011	Marche lente (f)	.019
101	8	3.011	Marche lente (m)	.021
102	9	3.011	Repasser (f)	.033
103	9	3.011	Repasser (m)	.064
104	9	3.012	Imprimer	.035
105	9	3.012	Machiniste	.048
106	1	3.011	Marche lente	(.064)
107	9	3.012	Pêche	.062
108	9	3.012	Peinture dans la maison	.034
109	9	3.012	Peinture (bâtiment)	.049
110	9	3.111	Balayer (tapis) (f)	.045
111	9	3.111	Balayer (tapis) (m)	.048

No.	Réf.	Code	Activités	kcal/kg/min
55	9	2.011	Tricoter, coudre (f)	.022
56	9	2.011	Tricoter, coudre (m)	.023
57	2	2.012	Canoë 2.5 mph	.044
58	9	2.012	Canoë (récréation)	.044
59	9	2.012	Conduire une moissonneuse	.040
60	9	2.012	Conduire un tracteur	.037
61	9	2.012	Coudre à la machine	.045
62	12/9	2.012	Cyclisme 5,5 mph	.064
63	16	2.012	Cyclisme 9 km/h	.045
64	2	2.012	Cyclisme horizontal	.073
65	16	2.012	Cyclisme, tricycle (léger)	.073
66	9	2.012	Jouer (accordéon)	.032
67	9	2.012	Jouer (cello)	.041
68	9	2.012	Jouer (flûte)	.035
69	9	2.012	Jouer (horn)	.029
70	9	2.012	Jouer (orgue)	.053
71	9	2.012	Jouer (piano)	.040
72	9	2.012	Jouer (trompette)	.031
73	9	2.012	Jouer (violon)	.045
74	16	2.012	Pilotage d'un avion	.042
75	9	2.012	Réparer des souliers	.045
76	1	2.012	Tricyclette	(.073)
77	2	2.013	Aviron (plaisir)	.071
78	2	2.111	Canoë 4.0 mph	.103
79	9	2.111	Canoë (compétition)	.103
80	12/9	2.111	Cyclisme 9,4 mph	.100
81	16	2.111	Cyclisme rapide	.099
82	9	2.111	Equitation (trotter), compétition	.110

No.	Réf.	Code	Activités	kcal/kg/min
26	9	1.113	Natation (brasse)	.162
27	16	1.113	Natation (brasse) 4.3 km/h	.876
28	16	1.113	Natation (brasse) 3.5 km/h	.440
29	16	1.113	Natation (brasse) 3.8 km/h	.602
30	2	1.113	Natation (brasse) 40 yd/min	.141
31	16	1.113	Natation (crawl) 2.5 km/h	.157
32	16	1.113	Natation (crawl) 3.5 km/h	.380
33	2	1.113	Natation (crawl) 55 yd/min	.155
34	12/9	1.113	Natation (crawl) vite	.142
35	9	1.113	Natation (dos)	.169
36	3	1.113	Natation (dos) 1.8-2.0 km/h	.170
37	16	1.113	Natation (dos) 3.5 km/h	.476
38	16	1.113	Plongée sous-marine	.276
39	16	1.113	Plongée sous-marine, modérée	.202
40	9/16	2.000	Assise tranquille	.021/.025/(.047)
41	16	2.000	Position assise	.024
42	6	2.000	Position assise/activité intellectuelle	.025
43	16	2.011	Chant	.028
44	16	2.011	Conduire une voiture	.029
45	9	2.011	Coudre à la main	.032
46	9	2.011	Couture / travail manuel	.027
47	9	2.011	Dactylographier (électrique)	.027
48	9	2.001	Dactylographier (manuel)	.031
49	9	2.011	Ecrire (assise)	.029
50	9	2.011	Jouer aux cartes	.025
51	9	2.011	Manger (assise)	.023
52	9	2.011	Réparer des montres	.025
53	9	2.011	Traire à la machine	.023
54	9	2.011	Travail au bureau	.035

No.	Réf.	Code	Activités ¹	kcal/kg/min
1	16	1.000	Repos	.019
2	1	1.000	Métabolisme basal	.018/.017(.038) ²
3	6/1	1.000	Sommeil	.017/.017
4	1/9	1.011	Coucher à l'aise	.022
5	2	1.111	Natation (brasse) 20 yd/min	.070
6	2	1.111	Natation (dos) 25 yd/min	.057
7	2	1.111	Natation (dos) 30 yd/min	.078
8	16	1.112	Natation (côté) 1,6 km/h	.131
9	16	1.112	Natation (dos)	.119
10	16	1.112	Natation (plaisir)	.145
11	16	1.112	Natation (brasse) 2,5 km/h	.117
12	16	1.112	Natation (brasse) 1,6 km/h	.098
13	2	1.112	Natation (brasse) 30 yd/min	.106
14	2	1.112	Natation (côté) 40 yd/min	.122
15	16	1.112	Natation (crawl) 1,6 km/h	.100
16	9/12	1.112	Natation (crawl) lentement	.128/.116
17	2	1.112	Natation (crawl) 45 yd/min	.128
18	3	1.112	Natation (dos) 1,1-1,4 km/h	.097
19	3	1.112	Natation (dos) 1,5-1,7 km/h	.130
20	2	1.112	Natation (dos) 35 yd/min	.100
21	2	1.112	Natation (dos) 40 yd/min	.122
22	9	1.112	Natation (côté)	.122
23	16	1.113	Natation (côté) 2,5 km/h	.286
24	16	1.113	Natation (côté) 3,5 km/h	.714
25	16	1.113	Natation (dos) 2,5 km/h	.190

¹ Les différentes activités sont énumérées telles que recueillies dans la bibliographie.

² Les chiffres entre parenthèses concernent les enfants.

No.	Réf.	Code	Activités	kcal/kg/min
228	9	3,113	Alpinisme (collines)	,121
229	16	3,113	Ascension (pente 8,6%) 6 km/h	,133
230	16	3,113	Ascension (pente 36%) 2.4 km/h	,211
231	16	3,113	Ascension (pente 10%) 6 km/h	,138
232	16	3,113	Ascension (pente 14,4%) 6 km/h	,176
233	16	3,113	Ascension (pente 36%) 1.6 km/h	,162
234	12/9	3,113	Badminton	,097
235	12/9	3,113	Basketball	,138/,103/,125/,172
236	9	3,113	Boxe (ring)	,222
237	9	3,113	Boxe (entraînement)	,138
238	10	3,113	Catégorie exercices intenses (m)	,115 +
239	10	3,113	Catégorie exercices intenses (f)	,109 +
240	9	3,113	Couper (bois, hache) vite	,297
241	9	3,113	Couper (arbres)	,132
242	2	3,113	Courir	,551
243	14	3,113	Courir (horizontal)	,170
244	14	3,113	Courir (montant)	,242
245	2/9	3,113	Course (cross-country)	,163/,630
246	9	3,113	Course (horizontal) 11 min	,135
247	2	3,113	Course (longue distance)	,220
248	16	3,113	Course (pente 8,6%, mont.) 6km/h	,226
249	12	3,113	Course 7 min/mile	,221
250	12	3,113	Course 8 min/mile	,196
251	12	3,113	Course 9 min/mile	,176
252	5	3,113	Course 127,5 m/min (f)	,187
253	5	3,113	Course 127,5 m/min (m)	,211
254	5	3,113	Course 67 m/min (f)	,089
255	5	3,113	Course 67 m/min (m)	,126
256	16	3,113	Course (horizontal) 11 km/h	,207

No.	Réf.	Code	Activités	kcal/kg/min
257	16	3.113	Course (horizontal) 21 km/h	.309
258	16	3.113	Course (horizontal) 23.5 km/h	.685
259	16	3.113	Course (horizontal) 25 km/h	.931
260	16	3.113	Course (horizontal) 27.5 km/h	1.129
261	16	3.113	Course (horizontal) 29.5 km/h	1.855
262	16	3.113	Course (horizontal) 30.2 km/h	2.257
263	16	3.113	Course (horizontal) 9 km/h	.171
264	16	3.113	Course (horizontal) 18 km/h	.309
265	16	3.113	Course (horizontal) 8 km/h charge	.195
266	2/16	3.113	Course (marathon)	.262/,236
267	15	3.113	Course (mmile)	.131
268	2	3.113	Course (sprint)	.342
269	12	3.113	Course 6 min mi	.252
270	9	3.113	Creuser (jardin)	.126
271	9	3.113	Creuser (des tranchées)	.145
272	9	3.113	Danse (twist, twiggle)	.169
273	16	3.113	Descente (escaliers) 3.2 km/h	.470
274	15	3.113	Echauffement (général)	.169
275	9	3.113	Ecorcer (arbres)	.123
276	9	3.113	Entretenir (arbres)	.129
277	2	3.113	Escalade	.147
278	9	3.113	Escrime	.150
279	13	3.113	Exercices (lutte)	.122
280	9	3.113	Exploitation (minière) percer	.122
281	16	3.113	Faire du ski (neige dure)	.143
282	16	3.113	Faire du ski (montant)	.274
283	12/2	3.113	Football	.238/,118/,120/,177
284	9	3.113	Faucher (paille)	.138
285	7	3.113	Gymnastique (barre horizontale)	.144

No.	Réf.	Code	Activités	kcal/kg/min
286	7	3.113	Gymnastique (cheval)	.157
287	7	3.113	Gymnastique (cheval long)	.130
288	7	3.113	Gymnastique (au sol)	.132
289	7	3.113	Gymnastique (trampoline)	.160
290	12/9	3.113	Hockey (champ)	.134/.122
291	12/9	3.113	Judo	.195
292	13	3.113	Lutte	.188
293	13	3.113	Lutte (compétition)	.157
294	16	3.113	Marche snowshoes (poudreuse)	.166
295	16	3.113	Marche (dans 40-60 cm neige)	.181
296	16	3.113	Marche (dans neige) 4.9 km/h	.123
297	16	3.113	Marche (raquettes)	.148
298	9	3.113	Marche rapide	.142
299	16	3.113	Monter (escaliers) 3.2 km/h	.140
300	9	3.113	Nettoyer (grange agriculture)	.135
301	16	3.113	Patinage 17.5 km/h	.152
302	16	3.113	Patinage 20 km/h	.186
303	16	3.113	Patinage (artistique)	.136
304	11	3.113	Physitest 6	.167
305	11	3.113	Physitest 7	.200
306	9	3.113	Porter (bûche)	.186
307	15	3.113	Push-up (complet)	.179
308	3	3.113	Racquetball	.138
309	9	3.113	Semer à la main	.122
310	16	3.113	Ski 4.8 km/h	.129
311	2/3/16	3.113	Squash	.152/.156/.193
312	15	3.113	Suspension	.122
313	9	3.113	Training (circulation)	.185
314	12	3.113	Training (circulation)	.157

Annexe 8

Indice de McCloy : calcul de l'indice de classification 1

Note: Tiré de H. M. Barrow & R. McGee (1967). "A practical approach measurement in physical education". Philadelphia : Lea & Febiger. 224-225.

Table 8-15. A Table for Computing $20A + 6H$.
The Value Obtained, When Added to the Weight, Gives Classification 1*

Height in inches	Age in Years and Half Years																
	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17
48	468	478	488	498	508	518	528	538	548	558	568	578	588	598	608	618	628
49	474	484	494	504	514	524	534	544	554	564	574	584	594	604	614	624	634
50	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640
51	486	496	506	516	526	536	546	556	566	576	586	596	606	616	626	636	646
52	492	502	512	522	532	542	552	562	572	582	592	602	612	622	632	642	652
53	498	508	518	528	538	548	558	568	578	588	598	608	618	628	638	648	658
54	504	514	524	534	544	554	564	574	584	594	604	614	624	634	644	654	664
55	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670
56	516	526	536	546	556	566	576	586	596	606	616	626	636	646	656	666	676
57	522	532	542	552	562	572	582	592	602	612	622	632	642	652	662	672	682
58	528	538	548	558	568	578	588	598	608	618	628	638	648	658	668	678	688
59	534	544	554	564	574	584	594	604	614	624	634	644	654	664	674	684	694
60	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700
61	546	556	566	576	586	596	606	616	626	636	646	656	666	676	686	696	706
	552	562	572	582	592	602	612	622	632	642	652	662	672	682	692	702	712
63	558	568	578	588	598	608	618	628	638	648	658	668	678	688	698	708	718
64	564	574	584	594	604	614	624	634	644	654	664	674	684	694	704	714	724
65	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730
66	576	586	596	606	616	626	636	646	656	666	676	686	696	706	716	726	736
67	582	592	602	612	622	632	642	652	662	672	682	692	702	712	722	732	742
68	588	598	608	618	628	638	648	658	668	678	688	698	708	718	728	738	748
69	594	604	614	624	634	644	654	664	674	684	694	704	714	724	734	744	754
70	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750	760
71	606	616	626	636	646	656	666	676	686	696	706	716	726	736	746	756	766
72	612	622	632	642	652	662	672	682	692	702	712	722	732	742	752	762	772
73	618	628	638	648	658	668	678	688	698	708	718	728	738	748	758	768	778
74	624	634	644	654	664	674	684	694	704	714	724	734	744	754	764	774	784
75	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
76	636	646	656	666	676	686	696	706	716	726	736	746	756	766	776	786	796
77	642	652	662	672	682	692	702	712	722	732	742	752	762	772	782	792	802
78	648	658	668	678	688	698	708	718	728	738	748	758	768	778	788	798	808

Annexe 9

Calcul du nombre de sujets à inclure dans l'étude

Calcul du nombre de sujets à inclure dans l'étude (I.C. = 95%)
(selon la méthode de Gilbert 1990)

Valeurs recueillies dans Bouchard (1968)

Nombre de sujets (n)	51
Moyenne de l'âge osseux (x)	13,14
Écart-type (s)	± 0,877

Formule:

$$n = z^2 \cdot s^2 / E^2$$

$$E^2 = 1,96 / \sqrt{0,877 / 51}^2$$

$$= 0,240$$

$$n = (1,96)^2 \cdot (0,877)^2 / (0,240)^2$$

$$n = 3,842 \cdot 0,769 / 0,057$$

$$n = 51,83 \text{ ou } 52$$

Annexe 10

Fidélité de la mesure des plis cutanés

Analyse de variance pour "PLIS"

Source	Dl	Sc	Cm	F	P
Sujet	13	5936,44	456,65	17,45	0,000
Essai	1	0,03	0,03	0,00	0,972
Sujet Essai	13	1,24	0,10	0,00	1,000
Erreur	140	3664,56	26,18		
Total	167	9602,28			

Corrélation intraclass

$$R = \frac{\text{Carré moyen}_{\text{sujets}} - \text{Carré moyen}_{\text{erreur}}}{\text{Carré moyen}_{\text{sujets}}}$$

$$Cm_{\text{erreur}} = (0,03 + 3664,56) / (1 + 140)$$

$$= 3664,59 / 141$$

$$= 25,99$$

$$R = (456,65 - 25,99) / 456,65$$

$$R = 0,943$$